

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматики та управління в технічних системах**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані системи управління»
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
на тему: «Автоматизована система реєстрації відвідувань занять у вищій
школі»

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ІА-61

Гавриляк Аліна Володимирівна _____

Керівник:

ас. каф. АУТС,

Бердник Юрій Михайлович _____

Рецензент:

к.т.н. доцент каф. АСОІУ

Жданова Олена Григорівна _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматики та управління в технічних системах

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані системи управління»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Гавриляк Аліні Володимирівні

1. Тема проєкту «Автоматизована система реєстрації відвідувань занять у вищій школі», керівник проєкту Бердник Юрій Михайлович, ас. каф. АУТС, затверджені наказом по університету від «07» травня 2020 р. №1081-с
2. Термін подання студентом проєкту 11.06.2020р.
3. Вихідні дані до проєкту: максимальна маса пристрою - 500 г, максимально допустимий потік студентів – 15 студентів за хвилину, робочий діапазон температур – 10-35 °С.
4. Зміст пояснювальної записки: призначення та область застосування; огляд існуючих рішень і аналіз методів та засобів реєстрації відвідувань; постановка вимог до характеристик пристрою; розроблення структурної і функціональної схем; обґрунтування вибору окремих компонентів; розроблення пристрою автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі.
5. Перелік графічного матеріалу: схема структурна; схема функціональна; схема електрична принципова; складальний кресленик; друкована плата; 3D моделі плати та корпусу пристрою; презентація; відеоматеріал.

6. Дата видачі завдання 03.03.2020р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
	З'ясування призначення та області застосування автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі	10.04.2020	
	Огляд існуючих автоматизованих систем реєстрації відвідувань занять та аналіз методів і засобів реєстрації	17.04.2020	
	Постановка вимог до характеристик пристрою	24.04.2020	
	Розроблення структурної і функціональної схем автоматизованої системи реєстрації відвідування занять у вищій школі	01.05.2020	
	Вибір окремих компонентів пристрою	08.05.2020	
	Дослідження підключення компонентів, розроблення схеми електричної принципової	14.05.2020	
	Розроблення креслеників: друкована плата, складальний кресленик	21.05.2020	
	Програмування мікроконтролера, розробка макету пристрою	28.05.2020	
	Робота над оформленням пояснювальної записки	05.06.2020	

Студент

Аліна ГАВРИЛЯК

Керівник

Юрій БЕРДНИК

АНОТАЦІЯ

Гавриляк А.В. Автоматизована система реєстрації відвідувань занять у вищій школі. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2020.

Проект містить 60 с. тексту, 18 рисунків, 9 таблиць, посилання на 27 літературних джерела, додатки та 6 конструкторських документів.

Ключові слова: автоматизована система, реєстрація відвідуваності, мікроконтролер, RFID, NFC, безконтактна картка.

Об'єктом розробки є процес реєстрації відвідувань занять у вищій школі, предметом – автоматизована система реєстрації відвідувань занять у вищій школі.

Мета розробки – автоматизувати процес реєстрації відвідувань занять у вищій школі.

У дипломному проекті було розроблено підсистему автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі, а саме підсистему «Пристрій». Для дослідження системи було розроблено структурну та функціональну схеми. Окрім цього, було проведено огляд існуючих автоматизованих систем реєстрації відвідувань занять та проаналізовано методи і засоби реєстрації відвідувань занять. Для подальшого розроблення пристрою, значну увагу було приділено розробці креслеників друкованої плати, збірки і 3D моделі плати та корпусу пристрою.

Отримані результати можуть бути корисними при автоматизації аналогічних чи подібних об'єктів, а також отримані в дипломному проекті результати можуть бути впроваджені для реєстрації відвідуваності занять в університетах. Крім того, розроблений в даному дипломному проекті пристрій буде використаний у складі впроваджуваної на кафедрі системи реєстрації відвідувань занять. А також напрацювання отримані в даному дипломному проекті будуть корисні студентам-учасникам гуртка «ES&IoT – Вбудовані системи та Інтернет речей», що функціонує на кафедрі АУТС.

SUMMARY

Havryliak A.H. Automated system of registration of attendance at classes in high school. KPI them. Igor Sikorsky, Kyiv, 2020.

The project contains 60 pages. text, 18 figures, 9 tables, references to 27 literature sources, appendices and 6 design documents.

Key words: automated system, attendance registration, microcontroller, RFID, NFC, contactless card.

The object of development is the process of registration of attendance at classes in high school, the subject - an automated system of registration of attendance at classes in high school.

The purpose of the development is to automate the process of registration of attendance at higher education.

In the diploma project the subsystem of the automated system of registration of attendance of employment in high school, namely the subsystem "Device" was developed. To study the system, a structural and functional scheme was developed. In addition, a review of existing automated systems for recording class attendance was conducted and methods and tools for recording class attendance were analyzed. For further development of the device, considerable attention was paid to the development of drawings of the printed circuit board, assembly and 3D model of the board and the body of the device.

The results obtained can be useful in the automation of similar or similar objects, as well as the results obtained in the thesis project can be implemented to record attendance at universities. In addition, the device developed in this diploma project will be used as part of the system of registration of attendance introduced at the department. As well as the work gained in this diploma project will be useful to students participating in the circle "ES & IoT - Embedded Systems and the Internet of Things", which operates at the Department of ATS.

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Автоматизована система реєстрації
відвідувань занять у вищій школі»**

Київ – 2020 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ	6
2 ОГЛЯД І АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ	7
2.1 Огляд існуючих рішень.....	7
2.1.1 Фінська система «Robo» для реєстрації відвідувань занять	7
2.1.2 Розумна шкільна форма в Китаї.	8
2.2 Аналіз методів та засобів реєстрації відвідувань занять у вищій школі	9
2.2.1 Розпізнавання обличчя.....	10
2.2.2 Ідентифікація шляхом сканування відбитка пальця	12
2.2.3 Сканування сітківки ока	12
2.2.4 Ідентифікація за малюнком вен на долоні	12
2.2.5 Ідентифікація за паролем	13
2.2.6 Ідентифікація картою	15
2.2.7 Традиційна перекличка	16
2.2.8 Порівняльний аналіз розглянутих методів та засобів	16
3 ПОСТАНОВКА ВИМОГ ДО ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСТРОЮ.....	18
3.1 Вимоги до технічних характеристик пристрою	18
3.2 Вимоги до функціональних характеристик	18
Висновки до розділу	19
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ І ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ СИСТЕМИ	20
4.1 Розроблення структурної схеми	20
4.2 Розроблення функціональної схеми	21
5 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ.....	22
5.1 Мікроконтролер.....	22

					IA61.070BAK.005 ПЗ			
	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Гавриляк А.В.				Автоматизована система реєстрації відвідувань занять у вищій школі	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Бердник Ю.М.					Т	2	60
Реценз.						КПІ ім. І. Сікорського ФІОТ Група ІА-61		
Н. Контр.								
Затв.								

5.2 Дисплей.....	25
5.3 Модуль RFID/NFC	26
5.4 USB–UART перехідник	27
5.5 Підсистема живлення	28
Висновки до розділу	30
6 РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ РЕЄСТРАЦІЇ ВІДВІДУВАНЬ ЗАНЯТЬ У ВИЩІЙ ШКОЛІ	31
6.1 Опис підключення компонентів	31
6.2 Розроблення схеми електричної принципової.....	34
6.4 Розроблення друкованої плати	39
6.4.1 Обґрунтування типу друкованої плати	39
6.4.2 Вибір класу точності друкованої плати	40
6.4.3 Проектування друкованої плати.....	41
6.4.3 Вибір метода виготовлення і матеріалу друкованої плати	43
6.4.4 Розрахунок друкованого провідника за постійним струмом	46
6.5 Розроблення програми мікроконтролера	47
6.5.1 Редактор Visual studio code	48
6.5.2 Розширення Arduino extension.....	48
6.5.3 Налаштування доступу WiFi і взаємодія пристрою з картами RFID	48
6.6 Виготовлення макета пристрою	54
Висновки до розділу	56
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59
Додаток А	62
Лістинг коду	62

ВСТУП

Сьогодні, в школах та інститутах використовують журнали для реєстрації відвідувань занять. Але цей метод реєстрації приводить до дублювання інформації викладачами, старостами груп, адміністрацією учбових закладів, а також до появи помилок і найголовніше, забирає багато часу. Тож, доцільно автоматизувати цей процес. Таким чином, студент, зможе зареєструвати свою присутність сам. А також викладачу більше не потрібно буде використовувати час, виділений на навчальний процес, для реєстрації відвідування студентів. Тому задача розроблення автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі складна та актуальна.

Метою проєкту є зниження часових затрат на реєстрацію відвідування занять у вищій школі, завдяки розробленню автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі. В даному дипломному проєкті буде розроблено пристрій реєстрації відвідувань занять у вищій школі.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно виконати низку завдань:

- проаналізувати методи та засоби реєстрації відвідувань занять у вищій школі;
- зробити огляд та аналіз існуючих автоматизованих систем реєстрації відвідувань занять;
- розробити структурну схему системи;
- розробити функціональну схему системи;
- зробити вибір окремих компонентів пристрою реєстрації відвідувань занять;
- розробити схему електричну принципову пристрою реєстрації відвідувань занять;
- розробити друковану плату пристрою;
- розробити програму мікроконтролера;
- виготовити макет системи.

Пристрій реєстрації буде надавати користувачу системи наступні можливості:

- зчитування картки користувача;
- створення фотографії користувача.

Об’єктом дипломного проєкту є реєстрація відвідувань занять у вищій школі.

Предметом дипломного проєкту є автоматизована система реєстрації відвідувань занять у вищій школі.

Результати роботи можуть бути використані при розробці аналогічних чи подібних автоматизованих систем. Такий пристрій зчитування також може бути використаний у різних закладах, де важлива реєстрація відвідування. Крім того, розроблений в даному дипломному проєкті пристрій буде використаний у складі впроваджуваної на кафедрі системи реєстрації відвідувань занять. А також напрацювання отримані в даному дипломному проєкті будуть корисні студентам-учасникам гуртка «ES&IoT – Вбудовані системи та Інтернет речей», що функціонує на кафедрі АУТС.

При реалізації проєкту було вивчено значне число літературних джерел, електронних ресурсів, посібників, що охоплюють обрану тематику. Повний їх список представлений в кінці проєкту.

Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків та списку літератури з 27 найменувань, загальний обсяг роботи 61 сторінок.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

В кожній школі, коледжі і університеті ведеться реєстрація відвідувань занять. Система обліку відвідування вручну не ефективна і потребує більше часу для запису та підрахунку середньої відвідуваності кожного студента. Отже, існує потреба в системі, яка буде вирішувати проблему організації обліку студентів та розрахунку середньої відвідуваності студентів. Пропонована система повинна зберігати дані про відвідування учня в електронному форматі, щоб спростити управління журналом відвідування.

Процес реєстрації відвідування занять у вигляді традиційної переклички не тільки незручний для лектора, але й забирає багато часу, який повинен приділятися знанням. Таким чином, повинна бути розроблена автоматизована система, завдяки якій студент зможе сам відмітитись і це займе 5-10 секунд. Така система підходить університетам, коледжам, школам і навіть різним компаніям.

Студент, який прийшов на заняття, має змогу відмітити свою присутність сам. Завдяки пристрою, який може зчитувати студентський квиток, або розпізнавати обличчя. Вся присутність на занятті буде зберігатись на сервері. Для перегляду занять певної групи, доцільно зробити застосунок.

Розробка пристрою реєстрації відвідувань занять може бути застосована будь-якою компанією, яка не може розробити власну систему реєстрації відвідувань за нестачі бюджету.

					IA61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОГЛЯД І АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

2.1 Огляд існуючих рішень

2.1.1 Фінська система «Robo» для реєстрації відвідувань занять

Система «Robo» розроблена для контролю відвідування, не потребує від вчителів відмічати пропуски в застосунку. Таким чином у вчителя залишається більше часу для навчання. Система передбачає видачу учням безконтактних карток «Robo», які містять в собі посвідчення особи. Кожен учень, який приходить до кабінету на заняття, прикладає до пристрою смарт-картку. Пристрій зчитування записує ідентифікатор картки і час в застосунок [1]. Час прибуття до аудиторії записувалось, як на пристрої зчитування, так і в мобільному застосунку. Ця система працює, за допомогою технології NFC. Основною перевагою використання цієї технології є інтуїтивно зрозумілий спосіб взаємодії, котрий не несе великого пізнавального навантаження для користувачів.

Пристрій з картою наведено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Картка «Robo» та пристрій зчитування [1]

Журнал відвідування автоматично складається застосунком і може бути прочитаний вчителем в режимі реального часу. Якщо реєстрація відвідування не пройшла, система «Robo» помічає учня відсутнім за замовчуванням. Якщо учень

прийшов до школи пізно, система реєструє затримку. Впровадження системи «Robo» мінімізує ймовірність прогулів занять учнями, в реальному часі повідомляючи викладачів, адміністраторів навчального закладу і батьків про відсутність дитини, що дозволяє батькам миттєво втрутитися.

2.1.2 Розумна шкільна форма в Китаї.

Тестування розумної шкільної форми в Китаї почалось в 2016 році.

Розумна форма підключена до системи розпізнавання обличчя, а також має GPS-трекер – приймально-передавальний пристрій. Вшиті в форму датчики відстежують місце розташування і відвідуваність кожного учня, збираючи дані, які надаються вчителям і батькам. Коли учні входять в навчальний заклад, відбувається запис короткого відео, де відображаються час і дата. У разі, якщо учень намагається покинути територію школи без отримання дозволу, спрацьовує вшита в форму звукова сигналізація.

Крім того, в Китаї запущений ще один проєкт. Ця програма заснована на аналізі даних, що передаються розумною формою. Вона відстежує всі переміщення учня і передає цю інформацію батькам.

Розумна форма дозволяє виявити учня, якщо той зник або ж просто прогулює урок. Розумна форма спеціальним чином взаємодіє з учнями. Якщо хтось вийшов зі школи в недозволений час, не запитавши дозволу вчителя, то учень отримує голосове повідомлення.

У форму вшиті чіпи, які ведуть історію покупок школярів. Ця інформація теж передається батькам - таки чином, вони розуміють, що саме купує школяр і з якою метою. Для реалізації цієї мети розумну форму інтегрували з технологією розпізнавання осіб, так що ідентифікація особистості стала набагато більш точною [2].

Висновки до розділу

В цьому розділі були розглянуті існуючі рішення. Порівняльний аналіз наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз існуючих рішень

	Система «Robo»	Розумна шкільна форма в Китаї
Інтуїтивно зрозумілий спосіб для використання	+	-
Надійність	+	+
Великий функціонал системи	+	+

Отже, було обрано три важливих критерії для аналізу існуючих рішень. Потрібно зауважити, що інтуїтивно зрозуміле використання присутнє тільки в системі «Robo». На основі цих критеріїв буде розроблена автоматизована система реєстрації відвідувань занять.

2.2 Аналіз методів та засобів реєстрації відвідувань занять у вищій школі

Кожен навчальний заклад проводить заходи наукового, навчального, виховного та організаційного характеру, наприклад, лекції, семінари, презентації. На таких заходах дуже важливо враховувати кількість учасників.

Для освітніх заходів відвідування є необхідною частиною навчального процесу. За даними відвідування студентів викладач може визначити проблеми засвоєння матеріалу будь-якого з учнів. Контроль відвідування стимулює учнів не пропускати заняття. При конференціях і презентаціях розрахованих на велику кількість учасників, ідентифікація кожного учасника не є обов'язковою частиною, але може допомогти оратору знайти більш тісний зв'язок з публікою.

Найпоширенішим способом контролю відвідування є перекличка. Для маленьких аудиторій, де викладач знає своїх учнів в обличчя перекличка проходить досить швидко. Але на лекціях, де є багато груп, цей метод перевірки відвідування займає велику кількість часу. Тому доцільно автоматизувати цей процес. Для цього використовують пристрої на базі RFID, NFC, розпізнавання осіб, розпізнавання відбитків пальців, сітківки очей, ідентифікації візерунка вен на долоні [3].

В Україні з 2007 року [4] почали тестувати пластикові студентські квитки нового зразка з вбудованим безконтактним чіпом, або RFID-міткою, а з 2010 року [5] почали вводити такі студентські квитки в усі вищі школи України. Пластиковий студентський квиток, який є в кожного студента в наш час, можна використовувати не тільки в якості посвідчення особи студента, а й в якості документа електронної ідентифікації особи, для здійснення платежів, переказів, оплати проїзду в метрополітені [6].

2.2.1 Розпізнавання обличчя

Система розпізнавання обличчя – це технологія для ідентифікації або для перевірки особи на цифровому зображенні або відеокадрі. Процес розпізнавання обличчя включає два етапи. На першому етапі відбувається виділення і відбір ознак, а на другому – класифікація об’єктів. Існує багато методів захвату обличчя, які використовуються в системах розпізнавання осіб: традиційний; тривимірне розпізнавання; аналіз текстури шкіри; розпізнавання осіб, що поєднує різні методики, теплові камери.

Традиційний метод включає різні алгоритми розпізнавання обличчя. Так деякі алгоритми визначають риси обличчя, завдяки ключовим точкам або особливостям по зображенню обличчя суб’єкта. Алгоритм може проаналізувати відносну форму, позицію, розмір та форму очей, носа, вилиць. Інші алгоритми створюють галерею зображень обличчя, а потім стискають дані через зображення тільки тих даних, які потрібні для розпізнавання обличчя. Тестове зображення потім порівнюється з даними обличчя.

Тривимірне розпізнавання – розпізнавання у просторі, яке використовує 3D-датчики для інформації про форму обличчя. Така інформація використовується для виявлення контуру очниць, носа і підборіддя. Перевага цього методу розпізнавання обличчя є те, що на нього не впливають зміни в освітленні. Тривимірне розпізнавання також може ідентифікувати обличчя під різними кутами огляду, і навіть в профіль. Завдяки тривимірним точкам обличчя значно поліпшується точність розпізнавання особи.

Аналіз текстури шкіри – метод, який переводить унікальні лінії, візерунки, плями, які є на шкірі людини, в математичний простір. Знімок ділянки шкіри – відбиток шкіри – розбивається на дрібніші частини. Після цього запускається алгоритм, який переводить відбиток в математичний, вимірюваний простір. Система розрізняє будь-які лінії, пори текстуру шкіри.

Розпізнавання осіб, що поєднує різні методи має значну перевагу перед іншими методами. Він нечутливий до змін вираження, наприклад посмішки, похмурості, а також вправно працює при появі окулярів, зростанні вусів або бороди.

Теплові камери – форма для прийняття вхідних даних, які виявляють лише форму голови. Цей метод буде ігнорувати аксесуари, наприклад, окуляри, макіяж або головні убори.

Ключова перевага розпізнавання обличчя полягає в тому, що вона може ідентифікувати осіб серед натовпу.

Суттєвим недоліком системи розпізнавання обличчя є чутливість до міміки обличчя. Посмішка може зробити систему менш ефективною. Ще одним недоліком є чутливість до оточуючих факторів, таких як освітлення, поза, шум [7].

В даній роботі використовується традиційний метод, який порівнює дані з зображення обличчя.

2.2.2 Ідентифікація шляхом сканування відбитка пальця

Сканування відбитку пальця – найпоширеніший метод ідентифікації на даний момент. Варто зазначити, що це досить надійний метод авторизації. Якість сканування може дуже відрізнятись від моделі та стійкості покриття цього модуля. На сьогодні – це один з найнадійніших методів захисту, тому що підробити відбиток пальця дуже важко.

Університет не може використовувати цей метод ідентифікації студентів, тому що відбиток пальця – це персональні дані кожної людини і на це потрібно отримати дозвіл кожного студента.

2.2.3 Сканування сітківки ока

Сканування сітківки ока – ще один цікавий метод авторизації. В теорії, він досить надійний. За статистикою, ймовірність того що візерунок вашої сітківки ока зійдеться з візерунком сітківки ока іншої людини приблизно дорівнює 10^{-78} [8]. Тобто, сітківка ока більш унікальна ніж відбиток пальця, але це лише теорія.

На практиці цей метод не дуже зручний. Проблема в тому, що успіх сканування залежить від багатьох факторів: освітлення, кут нахилу пристрою сканування, положення ока.

2.2.4 Ідентифікація за малюнком вен на долоні

Ідентифікація за малюнком вен на долоні заснована на скануванні малюнка кровоносних судин інфрачервоними променями. Кожна людина має унікальний малюнок вен долоні. В порівнянні з відбитком пальця, малюнок вен на долоні значно складніший [9].

Принцип роботи зчитувачів малюнка вен заснований на здатності гемоглобіну крові поглинати інфрачервоне випромінювання. Пристрій сканування може працювати «на просвіт» (Transmission), коли об'єкт сканування знаходиться між джерелом випромінювання і поверхнею що зчитує. Але частіше

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується технологія зчитування відбитого інфрачервоного світла (Reflection) на рисунку 2.2.

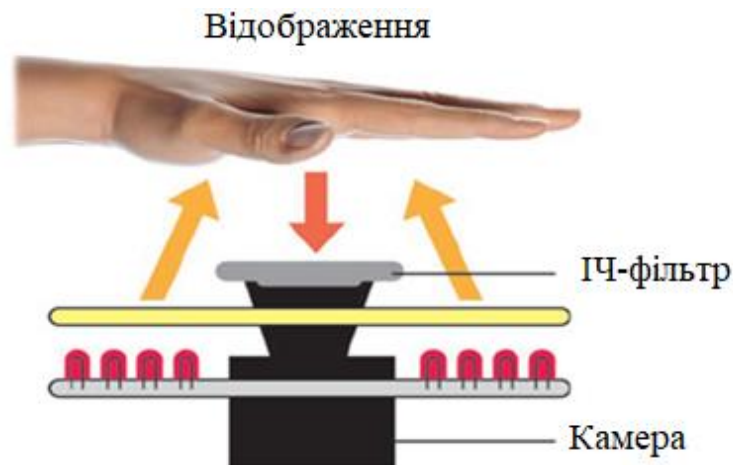


Рисунок 2.2 – Технологія зчитування відбитого інфрачервоного світла [10]

Ця технологія дозволяє отримати більш компактну конструкцію зчитувача, завдяки розміщенню всіх апаратних компонентів в одному місці. Крім того, уникнути психологічних бар'єрів у користувача, що дозволяє не поміщати свій біометричний ідентифікатор (наприклад, руку або палець) в пристрій що сканує.

Після інфрачервоного сканування виходить зображення об'єкта, де вени зображені більш темним, майже чорним, кольором. Зображення проходить додаткову програмну обробку, після якої, отримана схема розташування вен проходить верифікацію [11].

2.2.5 Ідентифікація за паролем

Пароль – традиційна комбінація цифр. Її довжина може бути різною. Це найстаріший та досить надійний метод захисту. Якщо ви не скажете свій пароль комусь, або ніхто не побачить його, отримати пароль проблематично.

Методи парольної ідентифікації можуть бути:

- методи, які використовують постійні (використовуються багаторазово) паролі;

– методи, які використовують одноразові (динамічно змінюються) паролі.

Частіше використовують багаторазові паролі. Пароль користувача не змінюється від сеансу до сеансу протягом часу який встановив адміністратор системи. Ймовірність розсекречення пароля збільшується, якщо пароль має смислове навантаження (рік народження, ім'я родича), невеликої довжини, набраний на одному регістрі. Більш надійний метод – використання одноразового або динамічно змінюваного пароля.

Існують три методи парольного захисту, який оснований на одноразових паролях:

- методи модифікації схеми простих паролів;
- методи «запит-відповідь»;
- функціональні методи.

В першому випадку користувачу видається список паролів. При автентифікації система запитує у користувача пароль, номер якого у списку визначено за випадковим законом.

При використанні метода «запит-відповідь» система задає користувачу деякі питання загального характеру, на які правильно відповісти може тільки конкретний користувач.

Функціональні методи засновані на використанні спеціальної функції парольного перетворення $f(x)$. Це забезпечує можливість змінення пароля користувача в часі. Вказана функція повинна задовольняти наступним вимогам:

- для заданого пароля x легко обчислити новий пароль $y=f(x)$;
- знаючи x і y , складно або неможливо визначити функцію $f(x)$.

У випадку застосування ідентифікації студентів за паролем при реєстрації відвідування занять, кожен студент прийшовши на лекцію повинен ввести свій пароль, таким чином він підтвердить свою присутність. Однак такий метод реєстрації відвідування занять не є надійним, оскільки студенти можуть дати свій пароль друзям.

2.2.6 Ідентифікація карткою

Останнім часом набули популярності комбіновані методи ідентифікації, які потребують не тільки знання пароля, а й наявності карточки (token) – спеціального пристрою, який підтверджує справжність суб'єкта.

Картки по наявності свого джерела живлення поділяють на два типи:

- пасивні (картки з пам'яттю, які не мають свого джерела живлення);
- активні (інтелектуальні картки, мають джерело живлення).

Найпоширенішими є пасивні картки з магнітною смугою, які зчитуються спеціальними пристроями з клавіатурою та процесором. Для використання вказаної карточки користувач повинен ввести свій ідентифікаційний номер. Якщо він зійдеться з електронним варіантом, який закодований на карточці, користувач отримає доступ в систему. Це дозволяє виключити несанкціоноване використання картки зломисником. Такий спосіб часто називають двокомпонентною автентифікацією.

Перевагою використання картки є обробка автентифікаційної інформації, яка виконується пристроєм для читання, без передачі в пам'ять комп'ютера. Це виключає можливість електронного перехоплення по каналах зв'язку.

Недоліки пасивних карток: вони суттєво дорожче паролів, потребують спеціальних пристроїв читання, їх також необхідно оберігати від зломисників, а також не залишати в пристрої читання.

Інтелектуальні картки крім пам'яті мають спеціальний мікропроцесор. Це дозволяє реалізувати різні варіанти парольних методів захисту: багаторазові паролі, динамічно змінювані паролі, звичайні запит-відповідь методи. Всі картки забезпечують двокомпонентну автентифікацію.

В даній роботі будуть використовуватись мітки RFID які вбудовані в студентський квиток кожного студента в Україні (пасивні картки) і зчитувач RFID/NFC.

RFID - Radio Frequency Identification, радіочастотна ідентифікація, спосіб автоматичної ідентифікації об'єктів, в якому за допомогою радіосигналів зчитуються або записуються дані. Більшість RFID-міток складається з двох частин. Перша – інтегральна схема (IC) для зберігання і обробки інформації, модулювання та демодулювання радіочастотного сигналу. Друга - антенна для приймання та передачі сигналу [12].

2.2.7 Традиційна перекличка

Традиційна перекличка – перевірка присутності групи людей викликом за прізвищами або іменами. У вищих школах перекличка займає багато часу через велику кількість учнів на лекційних заняттях. Для традиційної переклички зазвичай використовують паперові ресурси (журнали) і електронні (різні текстові редактори: Excel, Word, Google таблиці).

2.2.8 Порівняльний аналіз розглянутих методів та засобів

Розпізнавання обличчя є не надійним через те, що на результат впливає багато факторів: освітлення в приміщенні, кут нахилу обличчя та пристрою розпізнавання, міміка обличчя, різні аксесуари для голови та обличчя, наприклад, окуляри, головний убір.

Сканування сітківки ока є більш чутливим до зовнішніх факторів ніж розпізнавання обличчя. Тому що на результат впливають такі фактори: освітлення приміщення, кут нахилу обличчя та пристрою сканування, лінзи або окуляри.

Для застосування ідентифікації шляхом сканування відбитку пальця університету потрібен дозвіл на зняття відбитків пальців студентів. Тому що відбитки пальців це персональні дані кожної людини. Тож цей метод університет не зможе використовувати в якості ідентифікації студентів.

Ідентифікація за малюнком вен на долоні досить надійний метод ідентифікації, але для нього також потрібен дозвіл студентів.

					IA61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Досить добре працює ідентифікація за паролем. Для більшого захисту його можна ускладнювати, наприклад, більше 8 символів, наявність літер великого та маленького регістрів. Недолік такого метода ідентифікації - пароль можна побачити, або запитати у когось.

Ідентифікація карткою також має свої переваги та недоліки. Картку можна втратити – недолік, але користуючись карткою зменшується шанс електронного перехоплення по каналах зв'язку - перевага.

Отже, у результаті аналізу предметної області ми прийшли до висновку, що в університетських системах реєстрації відвідувань занять найбільш доцільно застосовувати комбіновані методи ідентифікації: ідентифікація карткою та розпізнавання обличчя.

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПОСТАНОВКА ВИМОГ ДО ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСТРОЮ

3.1 Вимоги до технічних характеристик пристрою

На основі розглянутих існуючих систем та обраних засобів реєстрації відвідувань занять було визначено такі вимоги до характеристик пристрою:

- портативність. Основною технічною вимогою виступає портативність пристрою. У пристрою є власник, це може бути викладач, адміністрація університету, або університет. Тож пристрій можна носити з собою, або повісити в кабінеті;
- живлення пристрою. На основі того, що пристрій можна носити з собою, він повинен мати пристрій живлення. Крім того, для його зручного використання, потрібно щоб він міг живитися від акумулятора принаймні одну пару;
- зовнішня температура. Функціонувати пристрій буде в приміщенні, тож особливих вимог до зовнішньої температури немає, крім кімнатної температури, тобто 10-35 °С;
- інтерфейси пристрою. Система в даному проєкті зберігає дані в базі даних. Дані передаються на сервер. Тож пристрій повинен мати модулі, завдяки яким він буде надсилати дані на сервер (модулі підключення до мережі Інтернет та Bluetooth). Отже, пристрій реєстрації відвідувань занять у вищій школі повинен мати відповідні модулі;
- розміри пристрою і його вага. Було визначено, що пристрій можна носити з собою, отже він повинен бути невеликим за розмірами та легким, не більше 500 г.

3.2 Вимоги до функціональних характеристик

До функціональних вимог відносяться такі вимоги:

- пристрій повинен зчитувати пасивну картку з чипом MiFare Ultralight C (студентський квиток);

					IA61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- передавати дані на сервер і приймати їх з серверу;
- робити зображення;
- виводити на екран повідомлення користувачу;
- максимально допустимий потік студентів – 15 студентів за хвилину.

Висновки до розділу

На основі аналізу існуючих рішень та засобів реєстрації відвідувань занять було розроблено вимоги до технічних та функціональних характеристик пристрою. Завдяки цим вимогам буде розроблюватись пристрій автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі та будуть обиратись окремі компоненти пристрою.

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ І ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ СИСТЕМИ

4.1 Розроблення структурної схеми

Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу, або системи, їх призначення і взаємозв'язок між ними. Схема відображає принцип дії виробу в загальному вигляді.

Побудова схеми дає уявлення про склад виробу, послідовності взаємозв'язку функціональних частин виробу. Функціональні частини на схемі зображені у вигляді прямокутника, їх найменування, типи і позначення вписані в прямокутник.

Напрямок ходу процесу, що відбувається в виробі, позначають стрілками, що з'єднують функціональні частини.

Розроблена структурна схема автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі представлена на кресленику ІА61.070400.005 Э1.

Система складається з двох підсистем: пристрій реєстрації відвідувань занять і підсистема, що включає застосунок. Завдяки застосунку налаштовується пристрій і з'єднується з мережею Інтернет.

В підсистемі «Пристрій» є такі компоненти:

- мікроконтролер;
- камера;
- дисплей;
- WiFi модуль;
- модуль для зчитування картки (модуль RFID/NFC);
- Bluetooth модуль.

Підсистема «Застосунок» складається з:

- Web клієнт;
- Web сервер;
- база даних.

В даному проєкті автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять розглядається підсистема «Пристрій». Для даної підсистеми важливо як вона взаємодіє з підсистемою «Застосунок». Тож на структурній схемі зображені лише

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

основні компоненти підсистеми «Застосунок», щоб дослідити взаємозв'язок, який впливає на функціональність пристрою.

Мікроконтролер в пристрої реєстрації відвідувань здійснює передачу даних між модулями пристрою та підсистемою застосунка. Камера робить фото обличчя студента. Модуль RFID/NFC зчитує студентський квиток. Мікроконтролер відправляє дані з камери і/або модуля RFID/NFC на сервер. На сервері проходить розпізнавання обличчя, оброблюються запити, щодо відвідування студентів. З серверу на мікроконтролер повертаються відповіді на запити. Для користувача з'являється повідомлення про розпізнавання студента на дисплеї.

4.2 Розроблення функціональної схеми

Функціональна схема автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі представлена на кресленнику ІА61.070БАК.005 Э2.

На схемі представлено дві підсистеми, які взаємодіють між собою. Пристрій налаштовується за допомогою Bluetooth модуля. Користувач зі свого гаджету підключається до пристрою через Bluetooth та налаштовує WiFi з'єднання, до якого пристрій повинен підключитись, крім цього аудиторію і заняття, яке буде проходити. Ще пристрій взаємодіє з застосунком, коли передаються дані про реєстрацію студента від пристрою на Web сервер і навпаки.

В підсистемі «Пристрій» також є певні функції. Модуль RFID/NFC зчитує ID картки і передає його мікроконтролеру. Також на мікроконтролер передається зображення з камери. Мікроконтролер здійснює передачу зображення або/і ID картки на WiFi модуль. Далі йде запит на Web сервер про реєстрацію присутності студента за цими даними. Сервер надає відповідь на запит назад до мікроконтролера, а він в свою чергу надсилає повідомлення користувачу через дисплей про результат реєстрації присутності.

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ

5.1 Мікроконтролер

Мікроконтролер – це спеціальна мікросхема, призначена для управління різними електронними пристроями. Мікроконтролер має всередині себе процесор, оперативну пам'ять, пам'ять програм, а крім цього цілий набір периферійних пристроїв.

Мікроконтролер обирався одразу з модулем WiFi, враховуючи завдання проєкту та весь функціонал системи. Одне з найвідоміших сімейств мікроконтролерів з WiFi модулем – ESP.

Опираючись на наявність модулів Bluetooth та WiFi, було обрано два варіанти мікроконтролера:

- Wi-Fi модуль LuaNode32 з ESP-32;
- модуль Wi-Fi ESP32 з камерою 2MP.

Модуль розробника LuaNode32, який наведено на рисунку 5.1, побудований на мікромодулі ESP-WROOM-32 - поєднанні Wi-Fi + BT + BLE модулем, призначеним для широкого спектра застосувань, починаючи від мікропотужних мережевих датчиків до найскладніших програм, наприклад, таких як кодування голосу, потокова передача музики та MP3 кодування.



Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд WiFi модулю ESP-WROOM-32 [13]

На модулі зібрана вся необхідна для досягнення поставлених вимог периферія, достатня для швидкого і комфортного старту роботи з ESP-WROOM-32.

ESP-WROOM-32 виконаний на базі популярного двоядерного чіпу ESP32, із змінною тактовою частотою від 80 МГц до 240 МГц, можливістю індивідуального управління і живлення.

Модуль розроблений для переносної і автономної електроніки та додатків інтернет-речей, виконаний в мініатюрному корпусі 25,5 мм х 18 мм, має на борту Flash пам'ять, кварц 40 МГц і PCB антену, що забезпечує відмінні RF характеристики.

ESP-WROOM-32 має багату периферію, що включає в себе такі інтерфейси як UART, SPI, I²C, I²S, роз'єм для SD карти, інфрачервоний порт, інтерфейс для підключення ємнісний сенсорної панелі.

Однією з особливостей модуля є дуже низьке споживання енергії і гнучкий вибір режимів сну з наднизьким споживанням енергії (до 20 мкА).

Технічні характеристики WiFi модулю ESP-WROOM-32:

- USB-UART конвертер: CP2102;
- напруга живлення: 5В;
- робочий діапазон частот: 2.4 ~ 2.5ГГц;
- Bluetooth протоколи: Bluetooth v4.2 BR / EDR і BLE specification;
- аудіо: CVSD і SBC;
- апаратні засоби та інтерфейси: SD, UART, SPI, SDIO, I²C, PWM, I²S, I²C;
- живлення мікромодуля: 2.2 ~ 3.6 В;
- робочий струм, середній: 80 мА;
- діапазон робочих температур: -40 ° С ~ + 85 ° С;
- відстань між контактними виводами: 25.5 мм;
- мережеві протоколи: IPv4, IPv6, SSL, TCP / UDP / HTTP / FTP / MQTT.

Модуль Wi-Fi ESP32 з камерою 2MP показаний на рисунку 5.2 – це поєднання Wi-Fi модуля з високопродуктивним мікроконтролером ESP32,

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

відеокамерою OV2640, роз'ємом під micro-SD карту пам'яті і додаткової оперативної пам'яттю 4 МБайт. Поєднання всіх перерахованих компонентів на платі розмірами 27 x 39 мм дозволяє створювати портативні пристрої для охоронних систем, систем відеоспостереження і систем «розумний будинок».



Рисунок 5.2 – Зовнішній вигляд WiFi модуля ESP-32 з камерою 2MP [14]

Характеристики WiFi модуля ESP-32 з камерою 2MP:

- контролер: ESP32, 2 ядра, 32-біт;
- робоча частота процесора: 240 МГц / 600 DMIPS;
- оперативна пам'ять: вбудована: 520 КБ, зовнішня: 4 МБайт;
- підтримувані інтерфейси: UART / SPI / IEC / PWM / ADC / DAC;
- вбудований Lwip і FreeRTOS;
- підтримка STA / AP / STA + AP Робочий режим;
- напруга живлення: 5В;
- модуль камери: OV2640 (в комплекті);
- дозвіл камери: 2 Мпксел;

- підтримка камер: OV2640 і OV7670;
- зберігання даних: мікро-SD карта пам'яті;
- розмір: 27 x 39 мм;
- маса: 10 г.

З цих двох мікроконтролерів, було обрано ESP32 з камерою 2MP, тому що якщо купити камеру окремо з таким самим дозволом 2MP, це збільшує ціну пристрою.

5.2 Дисплей

Важливою характеристикою для вибору дисплея було наявність інтерфейсу I2C, тому що так можна зменшити кількість використаних контактів на платі для підключення дисплея і модуля RFID/NFC. Тому було обрано дисплей показаний на рисунку 5.3.



Рисунок 5.3 – Зовнішній вигляд дисплея OLED 0.91” I2C 128x32 [15]

Характеристики дисплея OLED 0.91” I2C:

- розмір екрана 0.91 ";
- тип екрану OLED;

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

- роз'єм 4-пін;
- напруга живлення 3.3В - 6В;
- роздільна здатність дисплея 128 * 32;
- товщина 12 мм (з роз'ємом);
- ширина 12 мм;
- довжина 38 мм;
- вага 3.0 грам;
- напруга живлення: 3.3-6V;
- рівні вхідних сигналів: 3.3V / 5V;
- максимальний споживаний струм: 15 мА.

5.3 Модуль RFID/NFC

У даній роботі для плати потрібен зчитувач RFID / NFC, тому був обраний такий модуль сканера: модуль сканера RFID/NFC V3 на PN532, який наведено на рисунку 5.4.



Рисунок 5.4 – Зовнішній вигляд модуля сканера RFID/NFC V3 на PN532 [16]

Цей сканер здатний не тільки зчитувати та записувати інформацію RFID-карт Mifare і міток, але й дозволяє обмінюватись даними з іншими пристроями, які підтримують технологію NFC (Near Field Communication). Тож в майбутньому можна розширити функціонал пристрою та зробити реєстрацію відвідування студентів не тільки за студентськими квитками, а й мобільним телефоном. Для підключення модуля використовуються інтерфейси UART, I2C або SPI.

Характеристики модуля сканеру RFID/NFC V3:

- мікросхема контролера: PN532;
- робоча частота: 13.56MHz;
- відстань спрацьовування: до 5 см;
- напруга живлення: 3,3-5,4 В;
- струм: 100-150 мА;
- інтерфейс модуля: UART, I2C, SPI;
- габарити модуля: 51x25.5 мм;
- габарити антени: 51x51 мм.

5.4 USB–UART перехідник

Для програмування плати було обрано перехідник на чіпі FT232RL, який представляє з себе інтерфейс USB - UART. Підходить для установки з'єднання між комп'ютером і більшістю мікроконтролерів. В основному використовується для плат Arduino, у яких немає свого USB роз'єму, наприклад Arduino Pro Mini, Arduino Ethernet, Ethernet Pro і подібним. Від аналогів даний перехідник відрізняється тим, що на платі виведені всі інтерфейсні виходи мікросхеми, що дозволяє використовувати її в схемах, в яких потрібне використання всіх сигналів послідовного порту а так само для використання перехідника як програматора. USB–UART перехідник на чіпі FT232RL наведено на рисунку 5.5.

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

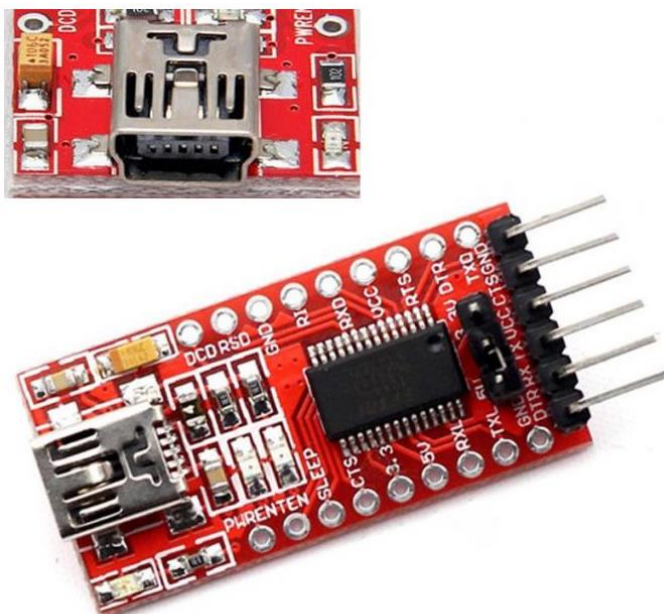


Рисунок 5.5 – Зовнішній вигляд USB–UART перехідника [17]

Характеристики USB–UART перехідника:

- мікросхема конвертера: FT232RL;
- повна підтримка протоколу USB;
- дозволяє живитися як від 5В так і від 3.3В (перемикається перемичкою на платі);
- підтримує USB 2.0 Full Speed;
- тип роз'єму: mini-USB;
- розміри 36мм x 19мм x 11мм.

5.5 Підсистема живлення

Для того, щоб правильно спроектувати підсистему живлення пристрою, потрібно розрахувати максимально споживаний ним струм.

Детальні технічні характеристики енергоспоживання кожного компоненту наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики енергоспоживання

Модулі пристрою	Струм живлення
Мікроконтролер ESP32	30 мА – 68 мА
Модуль WiFi	180 мА
Модуль Bluetooth	95 мА – 130 мА
Модуль RFID/ NFC	60 мА – 100 мА
Дисплей	15 мА

З таблиці видно, що загалом при великому навантаженні, пристрій споживає максимум 493 мА. Тож було обрано акумулятор з номінальною ємністю 3000 мА х год. Проектований пристрій працює від напруги 5 В, а ємність акумулятора розрахована для напруги 3.6 В, тож необхідно визначити ємність акумулятора, при роботі з даним пристроєм.

За формулою енергії акумулятора (1):

$$W [\text{Вт*год}] = E [\text{А*год}] \times U [\text{В}], \quad (1)$$

де W – енергія акумулятора;

E – ємність акумулятора;

U – напруга.

Розрахована ємність акумулятора (2):

$$E = \frac{3000 \text{ мА*год} \times 3.6 \text{ В}}{5 \text{ В}} = 2160 \text{ мА} \cdot \text{год}, \quad (2).$$

Отже, можна зробити висновок: якщо пристрій при максимальному навантаженні буде споживати 493 мА, акумулятора вистачить на 4 години, що відповідає поставленим вимогам.

В якості контролера заряду використано мікросхему TP4056. Для літєвих акумуляторів потрібен захист від перезаряду та перерозряду, що буде виконувати

мікросхема DW01A. Для керування зарядкою та розрядкою використано здвоєний польовий транзистор з ізольованим затвором FS8205A.

Крім того, як вже було зазначено, наш пристрій працює з напругою 5 В, а на виході акумулятора лише 3.6 В. Тож, для підвищення напруги на виході модуля живлення було використано перетворювач напруги MT3508.

Висновки до розділу

В цьому розділі були обрані окремі компоненти. Компоненти обирались на основі технічного завдання, існуючих рішень, розроблених вимог, а також за доступною ціною.

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ РЕЄСТРАЦІЇ ВІДВІДУВАНЬ ЗАНЯТЬ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

6.1 Опис підключення компонентів

Для проектування схеми електричної принципової необхідно проаналізувати наявні виводи кожного компоненту, які потрібні для програмування пристрою та з'єднання компонентів між собою.

Програмування пристрою почнеться з програмування WiFi модуля на основі мікроконтролера ESP32 cam. Розміщення виводів даного модуля наведено на рисунку 6.1 [13].

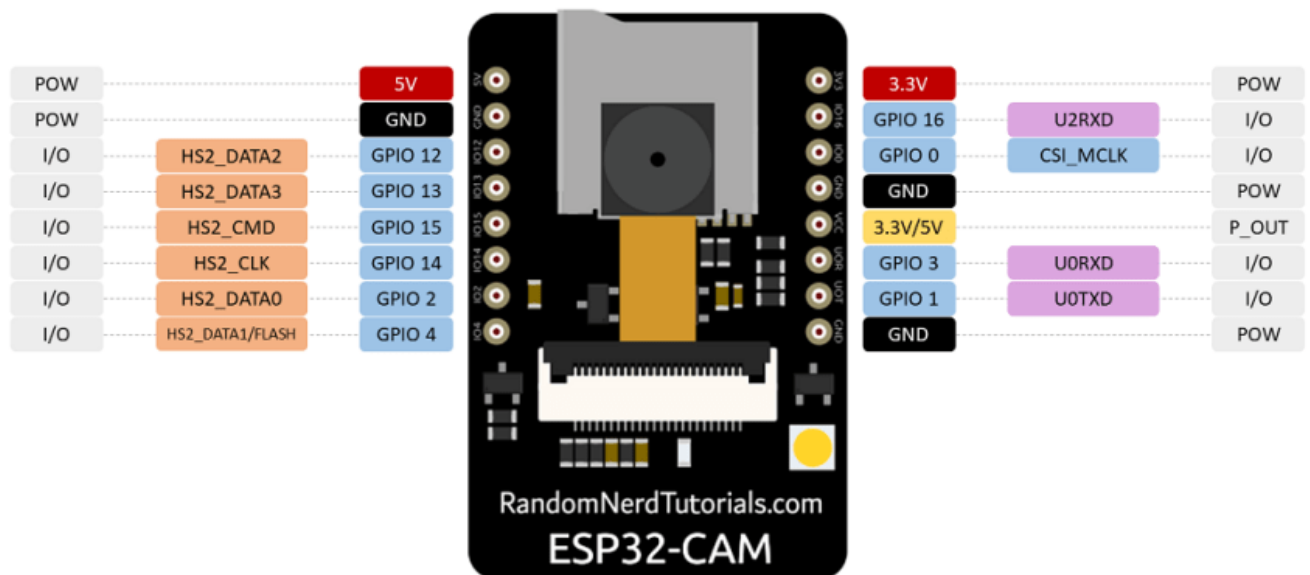


Рисунок 6.1 – Контактні виводи ESP32 cam [18]

ESP32 cam має три GND контакти (заземлення) і два силові контакту 3.3 В і 5 В. Ми підключаємо його через 5 В. Далі є вивід потужності, який може видавати 5 В або 3.3 В. Це залежить від перемички на контактних площадках, які підписані VCC на платі. За замовчуванням на цьому контакті видається напруга 3.3В, але її можна змінити на 5 В, якщо розпаяти з'єднання і припаяти контактні площадки 5 В. Далі розглядаються виводи загального призначення GPIO. GPIO 1 а також GPIO 3 є послідовними виводами (TX і RX, відповідно). Оскільки ESP32-CAM не має

вбудованого програматора, необхідно використовувати ці контакти для зв'язку з платою і завантаження коду, тож ці піни з'єднуються з відповідними пінами на перехіднику USB UART. GPIO 0 визначає, чи знаходиться ESP32 в режимі прошивки чи ні. Цей GPIO внутрішньо підключений до навантажувального резистора опором 10 кОм. Коли GPIO 0 підключений до шини GND, ESP32 переходить в режим перепрошивки, і можна завантажити код на плату. GPIO 14, GPIO 15, GPIO 2, GPIO 4, GPIO 12, GPIO 13 використовуються для взаємодії з картою microSD, але в даному проєкті microSD карта не використовується, тож GPIO 14 і GPIO 15 використовуються в якості звичайних входів/виходів для модуля RFID/NFC і дисплею. До GPIO 4 підключений світлодіод. Порядок з'єднання камери з модулем ESP32 cam наведено в таблиці 6.1 [18].

Таблиця 6.1 – Підключення камери до ESP32 cam

Камера OV2640	ESP32 cam
D0	GPIO 5
D1	GPIO 18
D2	GPIO 19
D3	GPIO 21
D4	GPIO 36
D5	GPIO 39
D6	GPIO 34
D7	GPIO 35
XCLK	GPIO 0
PCLK	GPIO 22
VSYNC	GPIO 25
HREF	GPIO 23
SDA	GPIO 26
SCL	GPIO 27
POWER PIN	GPIO 32

В таблиці 6.2 наведено опис кожного виводу модуля RFID/NFC [19].

Таблиця 6.2 – Конфігурація виводів PN532 NFC/RFID модуль

Назва виводу	Опис кожного виводу модуля
VCC	Джерело живлення
GND	Підключається до землі
SDA / TXD	SDA: вивід послідовних даних [інтерфейс I2C] TXD: передавальний вивід [інтерфейс UART]
SCL / RXD	SCL: послідовний тактовий вивід [інтерфейс I2C] RXD: приймальний контакт [інтерфейс UART]
SCK	Послідовний тактовий роз'єм [SPI Interface]
MISO	MISO-вивід інтерфейсу [інтерфейс SPI]
MOSI	MOSI-вивід інтерфейсу [інтерфейс SPI]
SS	Вивід вибору веденого SPI [інтерфейс SPI]
IRQ	Контактний сигнал переривань [SPI Interface]
RSTO	Вивід скидання

В пристрої реєстрації відвідувань занять у вищій школі в якості інтерфейсу передачі даних між компонентами і мікроконтролером використовується I2C – Inter-Integrated Circuit. I2C – послідовна асиметрична 8-бітна шина для зв'язку між інтегральними схемами всередині електронних приладів. Використовує дві двонаправлені лінії зв'язку (SDA і SCL). Цей інтерфейс передачі даних дає можливість спілкуватись з декількома модулями по однакових дротах.

Найпростіша схема I2C містить в собі один ведучий пристрій (мікроконтролер) і декілька введених (наприклад, модуль RFID/NFC).

Основні переваги інтерфейсу I2C:

– використовує лише 2 лінії зв'язку – SDA (Serial Data) і SCL (Serial Clock);

- має можливість підключити до 1000 мікросхем, завдяки підвищенню швидкості передачі даних до 400 Кбіт/с;
- в інтерфейсі можуть бути використані більше одного пристрою;
- для керування декількома пристроями потрібен тільки один мікроконтролер [20].

Тож для з'єднання модуля RFID/NFC і ESP32 cam потрібно з'єднати дротами виводи GND відповідно. VCC модуля RFID/NFC з'єднується з виводом 5M на ESP32 cam. Далі піни SCL і SDA модуля RFID/NFC з'єднуються з GPIO 14 і GPIO 15 на ESP32 cam відповідно. На цьому підключення модуля RFID/NFC до модуля ESP32 cam завершено. Так само підключається дисплей OLED через інтерфейс I2C. Живлення дисплея з'єднується з шиною живлення, лінії зв'язку SCL і SDA до GPIO 14 і GPIO 15 на ESP32 cam відповідно. Таким чином, за допомогою інтерфейсу I2C до мікроконтролеру підключаються одразу два модуля.

6.2 Розроблення схеми електричної принципової

Схему електричну принципову наведено на кресленику ІА61.070БАК.005 ЭЗ.

Для розробки пристрою на фізичному рівні і після огляду підключення компонентів було розроблено електричну принципову схему. Схема складається з таких компонентів:

- модуль ESP32 Cam (A1);
- модуль RFID/NFC (A3);
- дисплей (A2);
- Micro usb type b (XS1);
- TP4056 (DA1);
- DW01A (DA2);
- MT3608 (DA3);
- FS8205A (VT1);
- акумулятор (G1);
- конденсатори (C1, C2, C3, C4, C5);

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- резистори (R1, R2, R3, R4, R5);
- діод Шотткі (VD1);
- котушка індуктивності (L1).

Пристрій заряджається через порт micro USB Type B (XS1). Підсистема живлення виконана на мікросхемах DA1-DA3. Мікросхема TP4056 (DA1) – контролер заряду акумулятора (G1). DW01A (DA2) – захист акумулятора від зменшення терміну служби через перезарядку і перерозрядку. FS8205A (VT1) – здвоєний метал-діелектрик/оксид-напівпровідниковий транзистор n-типу. Завдяки транзисторам VT1.1, VT1.2 в мікросхемі VT1 акумулятор відключається, коли повністю заряджений. На мікросхемі DA3 MT3608 виконано підвищувальний перетворювач напруги для живлення модуля ESP32 cam.

А також використовуються:

- резистор R5 задає номінальний струм живлення;
- конденсатор C5 для приглушення високочастотних завад, які надходять з кабеля USB;
- R1 і C1 згладжують пульсації напруги на батареї;
- на резисторах R2, R4 виконаний подільник напруги, який задає вихідну напругу підвищувального перетворювача на мікросхемі VT1;
- конденсатори C2, C3 і C4 - згладження пульсацій вихідної напруги підсистеми живлення.

Модуль мікроконтролера з камерою ESP32 cam передає дані на сервер і приймає їх. Модуль RFID/NFC зчитує картку студента. Дисплей відображає повідомлення користувачу.

6.3 Реалізація живлення пристрою

Щоб пристрій міг працювати, навіть коли немає можливості під'єднати його до мережі, було вирішено зробити систему живлення від акумулятора для пристрою реєстрації відвідувань занять. В якості роз'єму для живлення використовується micro USB type B. Зарядка зібрана на базі мікроконтролера заряду TP4056.

					IA61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Номинальний струм зарядження акумулятора задається резистором R5 опором 1,2 кОм. Для приглушення високочастотних завад, які надходять з кабеля USB, використовується електролітичний конденсатор C5 ємністю 10 мкФ. Номінали всіх компонентів було обрано відповідно до рекомендацій наведених у [21, 22, 23]

Опис виводів мікросхеми TP4056 наведено в таблиці 6.3 [21].

Таблиця 6.3 – Опис виводів мікросхеми TP4056

Позначення виводу	Опис виводу
TEMP	Підключення датчику температури. Якщо на виводі напруга буде нижче 45% або вище 80% від напруги живлення, то зарядка призупиниться. Контроль температури відключається замиканням входу на загальний провід.
PROG	Програмування струму зарядки (1.2к - 10к); Постійний струм зарядки і контроль напруги зарядки вибираються опором резистора, між цим піном і GND;
GND	Загальний
Vcc	Напруга живлення, якщо струм споживання (струм зарядки батареї) стає нижче 30mA, контролер переходить в режим «сну», споживаючи від контакту BAT ~ 2mA;
BAT	Підключення акумуляторної батареї
STDBY	Індикація закінчення заряду (вихід ОК, n-p-n), при занадто низькій напрузі живлення, або напрузі на вході TEMP не в діапазоні - розімкнутий; якщо підключена батарея, протягом зарядки - розімкнутий, після закінчення - замкнутий; при непідключеної батареї замкнутий.

CHRG	Індикація зарядки (вихід ОК, n-p-n), при занадто низькій напрузі живлення, або напрузі на вході TEMP не в діапазоні - розімкнутий; якщо підключена батарея, протягом зарядки - замкнутий, після закінчення - розімкнутий; при непідключеної батареї, короткочасно включається з періодом 1-4 сек;
CE	Управління зарядкою. При подачі високого рівня мікросхема знаходиться в робочому режимі, при низькому рівні контролер в стані сну.

Працює контролер заряду наступним чином: при підключенні розрядженого акумулятора, починається процес заряду. Поки напруга на акумуляторі менше 2,9 В, струм заряду обмежений величиною 90-100 мА. З підвищенням напруги вище 2,9 В, струм заряду різко зростає до 800 мА з подальшим плавним підвищенням до номіналу 1000 мА. При досягненні напруги 4,1 В, струм заряду починає плавно знижуватися, в подальшому відбувається стабілізація напруги на рівні 4,2 В. Струм падає в міру зарядки. При досягненні струму 100 мА від запрограмованого резистора R5 зарядний пристрій відключається.

Крім контролеру зарядки TP4056 в модуль зарядки додані дві мікросхеми: DW01 (схема захисту) і FS8205A (здвоєний ключ MOSFET).

Мікросхема DW01 потрібна для захисту літій-іонних чи полімерних акумуляторів від пошкоджень або погіршення терміну служби через перезарядку, перерозрядку. Опис виводів мікросхеми DW01 наведено в таблиці 6.4 [22].

Таблиця 6.4 – Опис виводів мікросхеми DW01

Позначення виводу	Опис виводу
OD	Вивід підключення MOSFET для керування розрядом

CS	Вхідний контакт для визначення струму, виявлення зарядного пристрою
OC	Вивід підключення MOSFET для керування зарядом
TD	Вивід для зменшення часу затримки
VCC	Живлення через резистор (R1 на схемі електричній принциповій)
GND	Заземлення

RC-фільтр (R1, C1) згладжують пульсації напруги на батареї. На резисторах R2, R4 виконаний подільник напруги, який задає вихідну напругу підвищувального перетворювача на мікросхемі DA4. На рисунку 6.2 [22] зображена електрична схема підключення мікросхеми DW01 з польовими МДН-транзисторами.

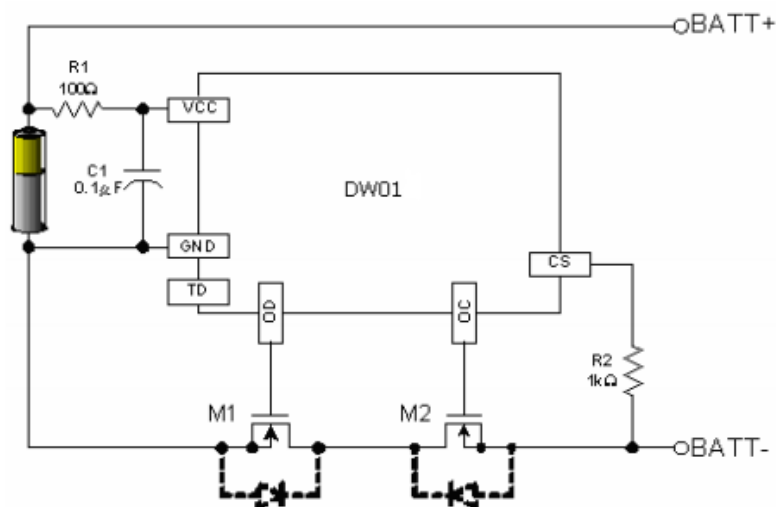


Рисунок 6.2 – Зображення електричної схеми підключення мікросхеми DW01 з польовими МДН-транзисторами [22]

WiFi модуль ESP32 сам живиться від напруги 5 В, але система живлення від акумулятора здатна жити пристрій реєстрації з напругою лише 4,1 В. Тож для підвищення напруги використовується мікросхема MT3608. Опис виводів мікросхеми MT3608 наведено в таблиці 6.5 [23].

Таблиця 6.5 – Опис виводів мікросхеми MT3608

Позначення виводу	Опис виводу
SW	Вивід живлення. Це злив внутрішнього перемикача MOSFET.
GND	Заземлення
FB	Вхідний зворотній зв'язок. Напруга FB становить 0,6 В.
EN	Регулятор ввімкнення/вимкнення керування входом. Великий вхід при EN вмикає перетворювач, а низький вхід вимикає його. Якщо не використовується, підключається EN до джерела вводу для автоматичного запуску.
IN	Вхід живлення
NC	Вільний вивід

6.4 Розроблення друкованої плати

Дроти, для з'єднання модулів, займають багато місця. Тож було розроблено друковану плату, на якій розташовуються всі модулі та компоненти.

Друкована плата – платина з діелектрика, на поверхні якої сформовані електропровідні ланцюги електронної схеми. Друкована плата призначена для електричного і механічного з'єднання різних електронних компонентів.

6.4.1 Обґрунтування типу друкованої плати

В залежності від кількості шарів з електропровідним рисунком, друковані плати розділяють на:

- односторонні (ОДП): мають лише один шар фольги, наклеєної на одну сторону аркуша діелектрика, використовується для нескладних схем, перевагою таких плат є низька вартість, але недоліком є низька щільність компоновання;
- двосторонні (ДДП): два шари фольги, тож трасування та компоновання можна проводити з обох сторін, використовується для схем підвищеної складності;
- багатошарові (БДП): фольга не тільки на двох сторонах плати, але і у внутрішніх шарах діелектрика. Багатошарові друковані плати отримують склеюванням декількох односторонніх або двосторонніх плат, отже вони є дорожчими за вартістю.

З огляду на складність схеми, пропонується застосувати ДДП. При цьому буде забезпечуватись необхідна точність виготовлення плати та не дуже висока вартість.

6.4.2 Вибір класу точності друкованої плати

Точність виготовлення друкованих плат залежить від комплексу технологічних характеристик, а також визначає основні параметри елементів друкованої плати. В першу чергу це відноситься до мінімальної ширини провідників, мінімального зазору між елементами.

Як відомо, ГОСТ 23.751-86 передбачає п'ять класів точності друкованих плат [19], таблиця 6.6.

Таблиця 6.6 – Класи точності друкованих плат [24]

Умовне позначення	Номінальні значення основних параметрів для класу точності				
	1	2	3	4	5
t, mm (mil)	0,75 (29,5)	0,45 (17,7)	0,25 (9,84)	0,15 (5,9)	0,1 (3,937)
S, mm (mil)	0,75 (29,5)	0,45 (17,7)	0,25 (9,84)	0,15 (5,9)	0,1 (3,937)
b, mm (mil)	0,3 (11,81)	0,2 (7,874)	0,1 (3,937)	0,05 (1,97)	0,025 (0,984)

f / min діаметр отвору, mm (mil) для стандартного текстоліту товщиною 1,5 мм.	0.4 / 0.6 (23.6)	0.4 / 0.6 (23.6)	0.33 / 0.495 (19.5)	0.25 / 0.375 (14.76)	0.2 / 0.3 (11.8)
--	---------------------	---------------------	------------------------	-------------------------	---------------------

В таблиці 6.6: t - ширина друкованого провідника; S - відстань між краями сусідніх елементів проводить малюнка; b - гарантований поясок; f - відношення номінального значення діаметра найменшого з металізованих отворів, до товщини друкованої плати.

Із закону Ома, чим більша площа перерізу провідника, тим менший його опір. Чим менший опір провідника, тим менший спад напруги на ньому. Отже, чим більша ширина друкованого провідника, тим краще. Але з іншого боку, максимальна ширина друкованих провідників обмежена мінімальною відстанню між выводами деяких компонентів плати та вимогами до розмірів плати. Крім того, із підвищенням класу точності зростає вартість виготовлення друкованої плати. Тому в даному дипломному проєкті було обрано мінімальний клас точності, який дозволяє виготовити плату з дотриманням вимог описаних вище. Оскільки, в даному проєкті мінімальна ширина друкованих провідників становить 10 mil, було обрано 3 клас точності.

6.4.3 Проектування друкованої плати

Проектування друкованої плати було здійснено в програмному пакеті Altium Designer. Вікно розроблення друкованої плати в програмному пакеті Altium Designer наведено на рисунку 6.3.

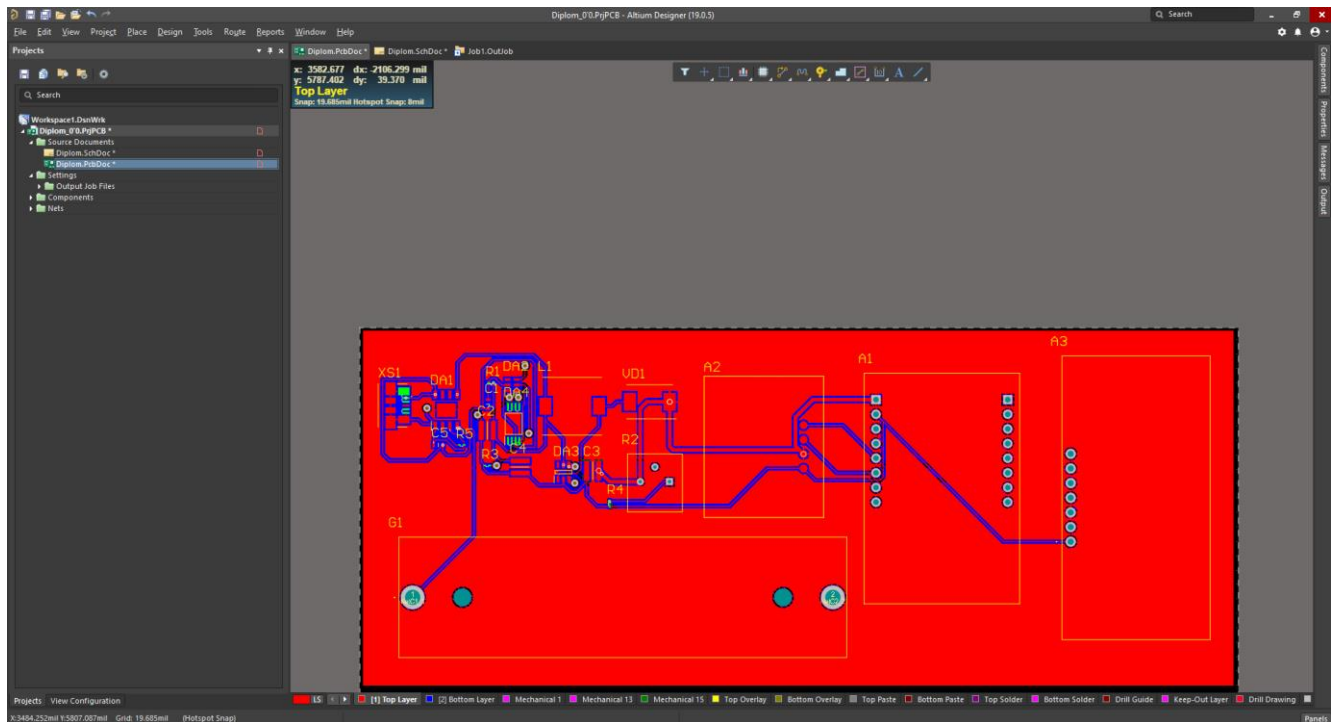


Рисунок 6.3 – Вікно програми Altium

Проектування друкованої плати було здійснено з урахуванням наступних вимог:

- максимально можлива ширина провідника, тому що вона вирішує такі проблеми: падіння напруги (чим менша площа перерізу, тим більший його опір і тим більше на ньому впаде напруга), нагрів провідника (з закону Ома, потужність, яка виділяється на провіднику пропорційна його опору, чим більше опір, тим більше тепла виділиться на провіднику), наявність паразитної індуктивності (чим менша площа перетину провідника, тим більша його індуктивність);
- ширина провідника, що підключається до контактної площадки, повинна становити приблизно 80% від ширини цієї площадки;
- використано полігон для розведення ланцюга землі, завдяки якому буде стабільність роботи пристрою, не буде сильних завад в ланцюгах;
- використано максимального можливого значення зазору між друкованими провідниками, тому що чим більша відстань між провідниками, тим вище напруги необхідно, щоб пробити його;

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

— мінімальна кількість перехідних отворів, для того, щоб не обмежувати місто під провідники.

Розміщення компонентів на друкованій платі наведено на кресленику ІА61.070БАК.005 СК і трасування наведено на кресленику ІА61.070БАК.005 Э4.

6.4.3 Вибір метода виготовлення і матеріалу друкованої плати

Існує велика кількість методів виготовлення друкованих плат, але з метою підвищення відсотка виходу придатних плат, застосування на підприємствах єдиного технологічного обладнання і зниження трудомісткості виготовлення ГОСТ 24322-80 "Плати друковані. Вимоги до послідовності виконання типових технологічних процесів" обмежує виготовлення ДП трьома методами:

- хімічним - для ОДП;
- комбінованим позитивним - для ДДП;
- металізації наскрізних отворів - для МДП.

Комбінований позитивний метод — метод, який застосовують для виготовлення ДПП з металізованими отворами на двосторонньому діелектрику з фольги. Малюнок на діелектрику отримують субтрактивним методом, а металізацію отворів здійснюють електрохімічним методом. Поверхні обох сторін і отвори піддають хімічному і попередньо гальванічному мідненню для отримання шару міді товщиною 5-7 мкм. Після підготовки металізованих поверхонь на них створюється негативне зображення схеми провідників. Це зображення може бути отримано за допомогою сеткографічної фарби або сухого плівкового фоторезистора.

На зовнішні поверхні, не захищені резистивною маскою, і в отвори осідає шар міді, товщина якого в отворах повинна бути не менше 25 мкм. Гальванічне осадження міді виконується на заготівці плати, що має суцільний шар фольги, яка захищає поверхню діелектрика і забезпечує електричний контакт всіх елементів схеми. Металізовані поверхні покриваються захисним шаром сплаву «олово-свинець», товщина якого не менше 10 мкм. Покриття цим сплавом добре захищає

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

мідь від травлення і після нанесення цього покриття ділянки мідної фольги, покриті раніше фоторезистом, видаляються травленням. Після травлення на платі залишається необхідний малюнок схеми, утворений облуженою мідною фольгою. Етапи комбінованого позитивного методу виготовлення ДП наведені в таблиці 6.7 [25].

Таблиця 6.7 – Етапи комбінованого позитивного методу

Назва етапу	Процеси виготовлення ДП
Механічна обробка до нанесення провідників	Вхідний контроль фольгированого діелектрика
	Нарізка заготовки. Розтин (вскрытие) базових отворів. Свердління отворів, які підлягають металізації
Гальванічна обробка	Хімічна і попередня гальванічна металізація 5-7 мкм
	Підготовка металізованої поверхні заготовки
	Отримання малюнку схеми провідників. Гальванічне міднення. Нанесення захисного покриття сплаву «олово свинець». Видалення фоторезиста або фарби
	Травлення фольги 40-42 мкм
	Оплавлення захисного покриття
Заключні операції	Обрізка плат по контуру. Маркування, консервація

Хімічний спосіб виготовлення друкованих плат є менш затратним і не вимагає використання спеціального складного обладнання.

Технічний процес хімічним методом виготовлення плати складається з наступних етапів:

- друкування на принтері рисунок;
- підготовка розчину для хімічного перекладу рисунок на плату;
- підготовка поверхні склотекстоліту;
- отримання рисунок схеми на платі;
- травлення плати;
- свердління отворів;
- лудження плати.

Для даного метода виготовлення плат потрібен спеціальний папір:

- легко доступний;
- тонкий, і в той же час, міцний;
- з глянцеvim шаром;
- добре вбираючий вологу;
- повинен підходити для лазерного принтера.

Згідно даних вимог краще за все підходить фотопапір. Для якіснішого отримання рисунок схеми на платі рекомендовано друкувати на максимальній витраті тонера.

Для кращої якості перекладу тонера на плату, поверхню склотекстоліту необхідно підготувати, видаливши сліди окислів, дрібні подряпини, відбитка пальців. На цьому етапі не повинен потрапити пил на плату.

Наступний етап – перенесення рисунок. Плату потрібно покрити тонким шаром розчинника. Потім покласти рисунок плати, рисунком вниз на змочену розчином плату. Далі слід видалити зайву рідину і розпрямити папір. Рекомендується притиснути плату вантажем. Для отримання рисунок на платі потрібен час.

Тепер необхідно видалити папір, щоб рисунок залишився на платі, змочивши спиртом плату з папером і обережно вилучити листок паперу. Якісний результат - якщо тонер залишився на платі.

Наступний етап – травлення плати. Травити можна в різних розчинах, наприклад розчин хлорного заліза. Плату слід класти в розчин малюнком вгору. Тривалість процесу травлення плати в розчині хлорного заліза залежить від концентрації розчину, його температури, товщини фольги і зазвичай становить 10 - 50 хвилин. Останні етапами виготовлення друкованої плати: свердління отворів і лудження плати.

В якості основи друкованої плати використовуються багат шарові діелектрики на основі паперу (гетинакси) і на основі склотканини (склотекстоліти). Вибір матеріалу визначається електроізоляційними властивостями, механічною міцністю, оброблюваністю, стабільністю параметрів при впливі агресивних середовищ і змінних кліматичних умов, собівартістю. склотекстоліт перевищує гетинакс практично за всіма технічними та електричними характеристиками: допустима вологість навколишнього середовища для плати без додаткового вологозахисту (85% для гетинаксу і 93% для склотекстоліту). Склотекстоліт має меншу діелектричну проникність (5,5 проти 7,0); водопоглинення при товщині 1,5 мм (20мг проти 80мг), міцність на відрив контактної площадки (60Н проти 50Н) - важливий показник для плат, що експлуатуються в жорстких механічних умовах [26].

Отже, для виготовлення друкованої плати обрано СФ-2-35 – склотекстоліт фольгований вищого сорту, товщиною 1 мм, облицьований з двох боків мідною електролітичною фольгою товщиною 35 мкм. Завдяки розробки креслеників друкованої плати і компановки зрозуміло яких розмірів потрібен склотекстоліт: 150х60 мм.

6.4.4 Розрахунок друкованого провідника за постійним струмом

Розрахунок провідників з постійним струмом виконується з метою визначення здатності навантаження друкованих провідників по току, величиною падіння напруги на провідниках. Критичними в цьому відношенні є провідники

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ланцюгів живлення. Мінімально допустима ширина друкованого провідника визначається за формулою (3):

$$t > \frac{I_{max}}{hj}, \quad (3)$$

де I_{max} – максимальний струм, що протікає через провідник, в даному випадку становить 493 мА для вхідного ланцюга (пункт 6.5);

h – товщина провідника (мм), в даному випадку 35 мкм;

j – допустиме значення щільності струму (А/мм²), залежить від методу виготовлення ДП і для хімічного методу при товщині фольги 35 мкм становить 20 А/мм².

Проведений розрахунок показує $t > 0,7$ мм. Це значення відповідає 1 класу точності. Таким чином було прийнято рішення, провідники з постійним струмом зробити 1,27 мм.

6.5 Розроблення програми мікроконтролера

Для програмування пристрою використовувались такі засоби розробки:

- Visual studio code;
- Arduino extension;
- мова програмування C++;
- операційна система Windows 10.

Операційна система Windows 10 була обрана, тому що сьогодні вона одна з найпопулярніших в світі, а також вона має зручні програмні інструменти для розробки.

Мова програмування C++ була обрана тому що це одна з найзручніших мов для розробки проектів на мікроконтролерах.

Обґрунтування інших обраних засобів наведено далі.

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5.1 Редактор Visual studio code

Visual studio code – засіб для створення, редагування та налагодження веб-застосунків і програм. Цей редактор має вбудований відлагоджувач, інструменти для навігації коду, автодоповнення типових конструкцій і контекстної підказки. Visual studio code підтримує багато мов і технологій, найвідоміші з них: JavaScript, C++, C#, TypeScript, PHP, Python, Java та інші.

6.5.2 Розширення Arduino extension

Зазвичай для програмування мікроконтролерів використовується такий засіб – Arduino IDE. Він простий у використанні і містить всі ресурси, які можуть знадобитись для створення проекту на Arduino. Але оцінюючи його, як редактор коду, він не ідеальний інструмент. У ньому відсутні допоміжні функції програмування, такі як підказки коду, інструменти автозаповнення, автокорекції і налагодження, які полегшують розробку проєктів з великою базою коду. На основі цих недоліків було обрано таке рішення – встановити розширення Arduino у Visual studio code.

Arduino extension – розширення для редактору Visual studio code. Це розширення дозволяє легко розробляти, створювати, розгортати і налагоджувати програми Arduino в Visual studio code з широким набором функцій. До них відносяться:

- підсвічування синтаксису;
- менеджер бібліотек;
- інтегроване відлагодження.

6.5.3 Налаштування доступу WiFi і взаємодія пристрою з картами RFID

Для початку роботи з пристроєм, потрібно підключити його до мережі Інтернет, для цього використовуються модулі WiFi і Bluetooth. Після включення

					IA61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

WiFi модуля ESP32 cam, він з'явиться в списку доступних пристроїв, як показано на рисунку 6.4, та натиснути кнопку «Підключити».

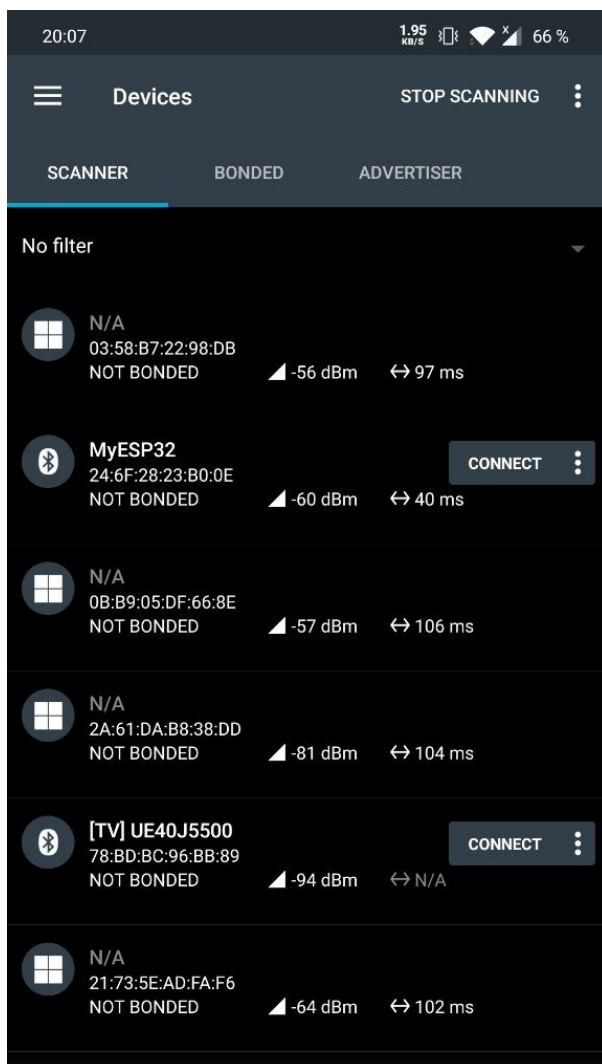


Рисунок 6.4 – Список Bluetooth пристроїв

Після підключення пристрою, вкладка з назвою пристрою з'явиться в верхньому меню і відобразиться список сервісів з їх властивостями.

Bluetooth – технологія бездротового зв'язку. Ця технологія забезпечує обмін файлами і інформацією між такими пристроями, як персональні комп'ютери, мобільні телефони, планшети, принтери, цифрові фотоапарати, миші, клавіатури, навушники.

Принцип роботи BLE (Bluetooth Low Energy) описаний вже в його назві: Low Energy. Протокол передбачає передачу даних короткими пакетами по необхідності,

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

потім - вимкнення передавача. Низький рівень споживання енергії частково досягається застосуванням саме цього принципу. Замість класичного тандема в звичайному Bluetooth, пристрої BLE зв'язуються один з одним лише при необхідності відправки або отримання інформації.

Протокол BLE строго структурований за принципом своєї комунікації з іншими пристроями. Спочатку девайси вивчають доступні сервіси для відправки / прийняття даних; невід'ємна частина цих сервісів - їх характеристики (characteristics), що визначають тип даних для майбутньої передачі. Характеристики, з міркувань наочності, можуть мати в своєму складі опису-дескриптори (descriptors), які допомагають визначити тип даних.

Характеристика (Characteristic) - містить одне значення, і від 0 до N дескрипторів, що описують значення характеристики. Характеристика може розглядатися як тип, аналог класу.

Характеристика має такі властивості доступу:

- broadcast – дозволяє серверу передавати дані множині клієнтів;
- read – дозволяє клієнтам читати цю характеристику;
- write without response – дозволяє клієнту записувати значення, без послідууючої відповіді про успішність;
- write – дозволяє клієнтам записувати значення, з послідууючою відповіддю клієнту про успішність;
- notify – дозволяє серверу повідомляти клієнта про подію;
- indicate – дозволяє серверу повідомляти клієнта про подію, з послідууючою відповіддю про отримання даних.

Дескриптор (Descriptor) може містити зручний для читання опис, прийнятний діапазон значень або одиницю виміру, конкретні значення характеристики.

Послуга (Service) - це набір характеристик.

Generic Attribute Profile (GATT) - профіль GATT є спільною специфікацією для відправки та отримання коротких фрагментів даних, відомих як "атрибути" через BLE-з'єднання. Всі поточні LE-профілі додатків засновані на GATT. Творці BLE визначили безліч профілів для низькоенергетичних пристроїв. Профіль являє

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

собою визначення того, як пристрій працює в конкретному додатку. Пристрій може реалізовувати більше одного профілю. Наприклад, пристрій може містити профілі пульсометра і датчика рівня заряду батареї.

Центральна / периферична роль. Це відноситься до самого BLE-з'єднання. Пристрій в центральній ролі сканує, шукає оголошення, а пристрої в периферійній ролі створює оголошення.

Для реалізації налаштування пристрою було створено новий сервіс. Код створеного сервісу наведено в додатку А. В сервісі є чотири характеристики, які мають ідентифікаційний номер та певні свої властивості, як на рисунку 6.5.

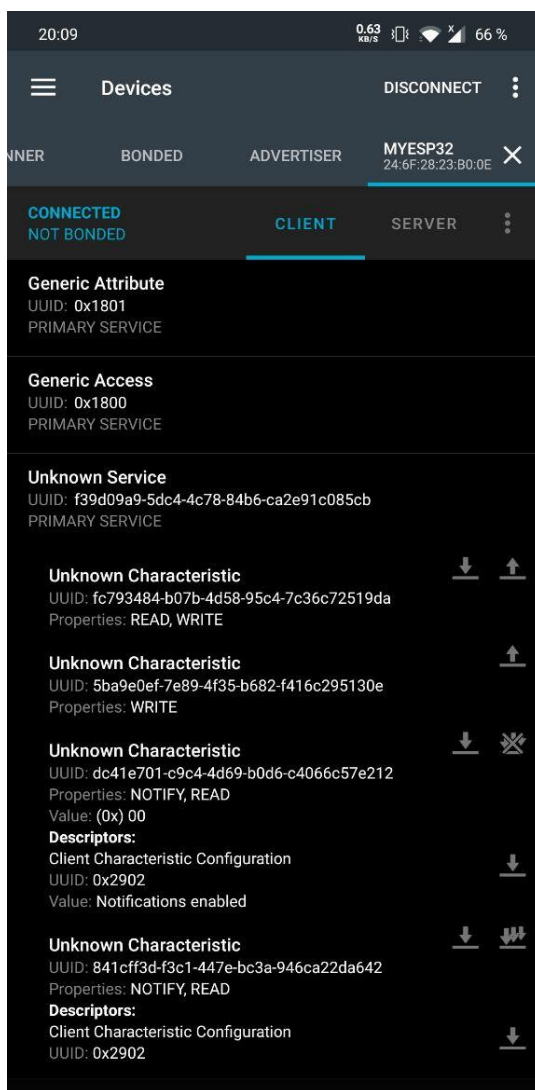


Рисунок 6.5 – Сервіси з'єднання Bluetooth пристрою реєстрації відвідувань
занять

Перша характеристика відповідає за логін до мережі WiFi. Ця характеристика має властивості доступу: зчитування (read) і відправлення (write), за це відповідають стрілки напроти характеристики. Для того щоб задати логін мережі WiFi потрібно натиснути стрілку «Відправлення» і написати логін.

Друга характеристика відповідає за пароль мережі WiFi. В межах захисту мереж WiFi пароль можна тільки ввести, тому напроти цієї характеристики знаходиться тільки стрілка «Відправлення».

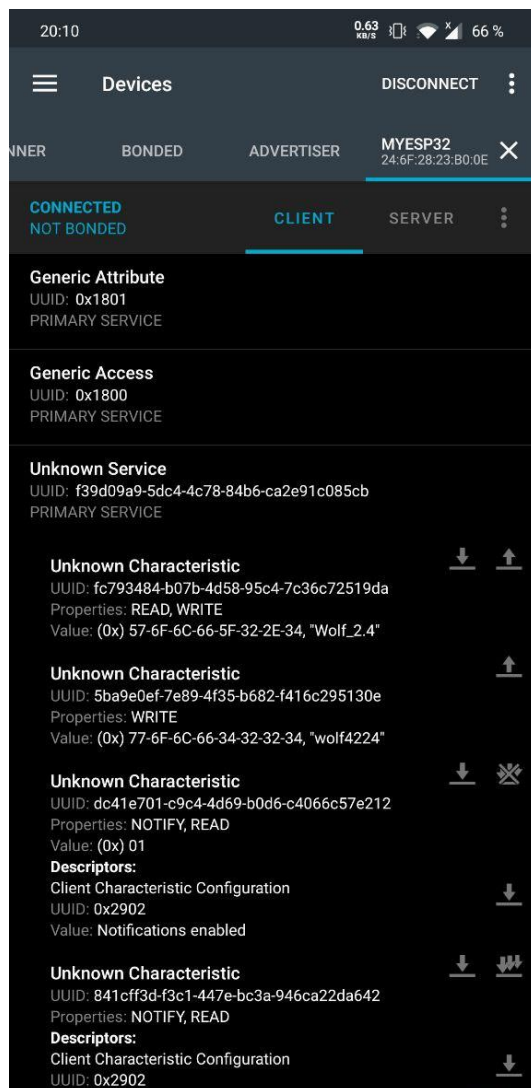


Рисунок 6.6 – Зміна статусу характеристики підключення до мережі WiFi

Наступна характеристика – підключення мережі WiFi. Ця характеристика має такі властивості: зчитування і повідомлення. Остання означає, що якщо цю властивість включити, характеристика буде оновлювати поле «Значення», одразу

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

коли цього потребує пристрій. В неї є ще одне поле «Значення», в цьому полі відображається статус підключення до WiF. Якщо в цьому полі стоїть 00, значить пристрій не підключився до мережі WiFі. Якщо після відправки логіну і паролю з'явилось 01 в полі «Значення», як на рисунку 6.6 – підключення пройшло успішно.

Остання характеристика відповідає за взаємодію з пасивними картами RFID. В неї такі самі властивості і поля як в попередньої характеристики. Але в даному випадку в поле «Значення» записується ідентифікаційний код зчитуваної карти. Приклад наведено на рисунку 6.7.

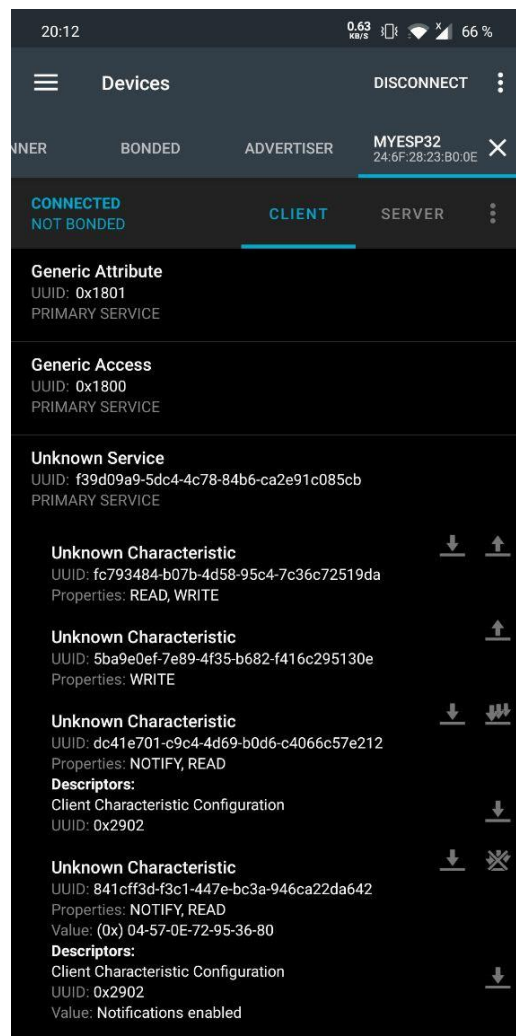


Рисунок 6.7 – Зміна статусу характеристики взаємодія з RFID

6.6 Виготовлення макета пристрою

Для виготовлення пристрою було використано компоненти ESP32 cam, модуль RFID/NFC. Для того щоб програмувати ці компоненти було обрано програматор USB-UART. Для програмування ESP32 cam, потрібно підключити програматор як показано на рисунку 6.8.

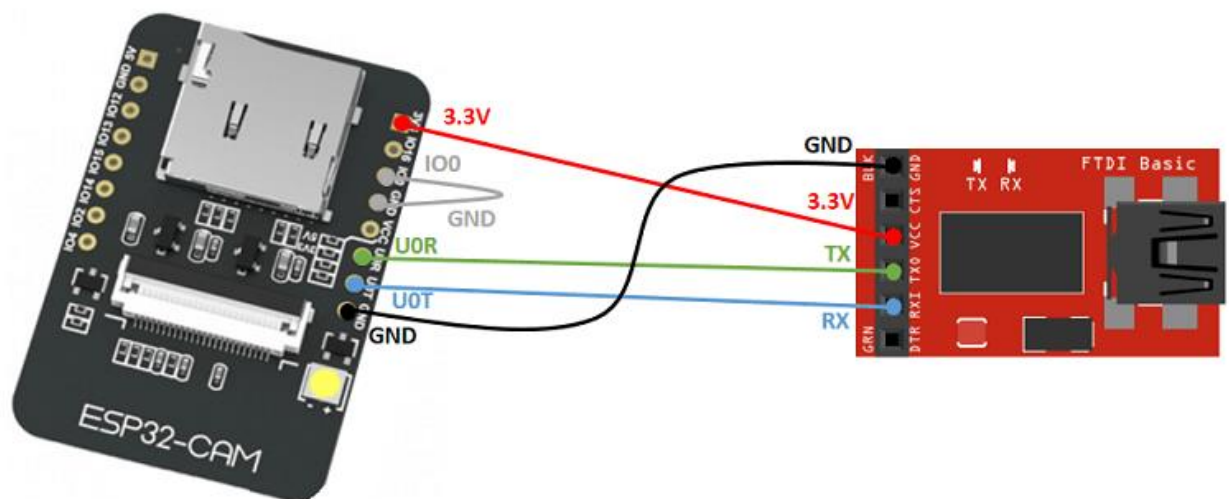


Рисунок 6.8 – З'єднання програматора з ESP32-CAM[27]

USB не видає потрібний струм (1A) отже ESP32 вимикається і не працює стабільно. Для цього використовується додаткове живлення від блоку живлення 5В, як наведено на рисунку 6.9.

Крім того було розроблено прототип корпусу пристрою, який наведено на рисунку 6.10. Прототип корпусу пристрою було розроблено в програмі 3ds max на основі технічного завдання проєкту, а також на основі технічних і функціональних вимог до пристрою.

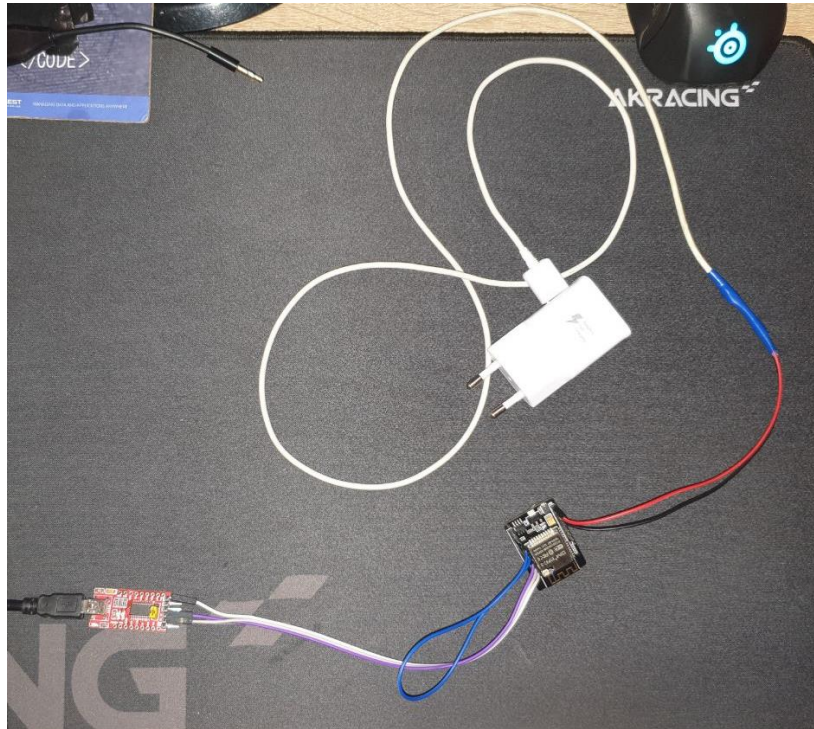


Рисунок 6.9 – Підключення додаткового живлення до ESP32

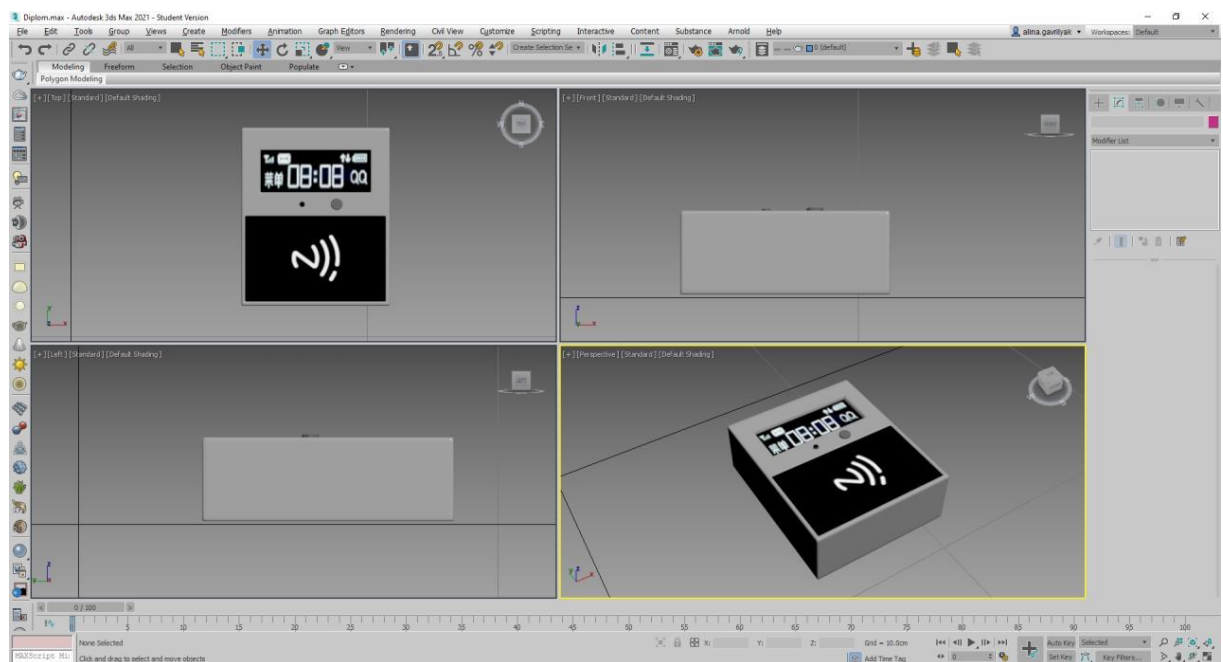


Рисунок 6.10 – прототип корпусу пристрою

Корпус пристрою було розроблено з захисту компонентів від зовнішніх впливів та підвищення зручності експлуатації. Корпус пристрою наведено на рисунку 6.11.

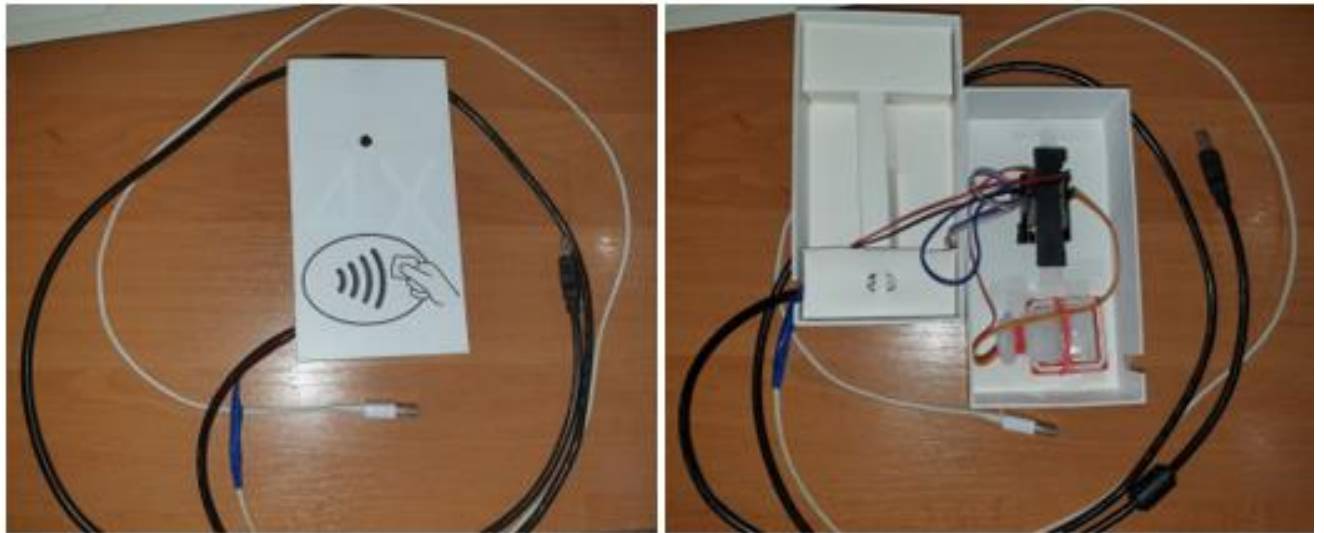


Рисунок 6.11 – Макет пристрою реєстрації відвідувань занять

Висновки до розділу

В шостому розділі було розроблено схему електричну принципову пристрою реєстрації відвідувань занять, описано підключення компонентів, розроблено друковану плату, запрограмовано мікроконтролер і модуль RFID/NFC, розроблено макет пристрою.

ВИСНОВКИ

В процесі роботи над дипломним проєктом була досягнута поставлена мета: досліджена і розроблена підсистема «Пристрій» автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі, для того щоб зменшити час проведення цього процесу.

У першому розділі було визначено призначення автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять. Воно полягає в оптимізації процесу реєстрації студентів на заняттях шляхом створення системи, яка майже не потребує часу для цього процесу. Область застосування системи реєстрації відвідувань занять – університети, школи, а також компанії, яким важливо знати про відвідування робочого місця робітниками.

В другому розділі були досліджені та проаналізовані існуючі автоматизовані системи реєстрації відвідувань занять: Фінська система «Robo» з пристроєм зчитування карток «Robo» і розумна шкільна форма в Китаї, в яку вшитий чіп з пасивною міткою. Аналіз існуючих рішень проводився за трьома критеріями, на основі яких було розроблено вимоги до системи реєстрації відвідувань занять. Також в другому розділі були оглянуті та проаналізовані методи та засоби реєстрації відвідувань занять у вищій школі. Були оглянуті такі методи: розпізнавання обличчя, ідентифікація шляхом сканування відбитка пальця, сканування сітківки ока, ідентифікація за малюнком вен на долоні, ідентифікація за паролем, ідентифікація карткою, традиційна перекличка. На основі цього аналізу, було обрано методи реєстрації відвідувань для даного проєкту.

В третьому розділі були поставлені функціональні і технічні вимоги до характеристик пристрою автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять. На основі цих вимог обирались окремі компоненти пристрою.

У четвертому розділі було розроблено структурну і функціональну схеми, завдяки яким функціонал системи став більш зрозумілим.

У п'ятому розділі наведено обґрунтування вибору окремих компонентів, таких як: мікроконтролер, дисплей, модуль RFID/NFC для зчитування картки, перехідник USB-UART, а також підсистема живлення.

В шостому розділі було розроблено пристрій автоматизованої системи реєстрації відвідувань занять у вищій школі. На цьому етапі було розглянуто підключення компонентів, на основі розглянутого підключення компонентів розроблено схему електричну принципову, описано розроблення компоновки та трасування друкованої плати, описано програмування мікроконтролера, розроблено макет пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Author version of the accepted article Experiences from NFC Supported School Attendance Supervision for Children. (03.06.2020)
2. Умная форма китайских школьников помогает снизить количество прогулов. URL: <https://habr.com/ru/post/434862/> (03.06.2020)
3. Засоби автоматизованої реєстрації учасників заходів. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sredstva-avtomatizirovannoy-registratsii-uchastnikov-meropriyatiy/viewer> (03.06.2020)
4. Вводят в действие 50 тысяч электронных студенческих билетов. URL: https://gazeta.ua/ru/articles/ukraine-newspaper/_vvodyat-v-dejstvie-50-tysyach-elektronnyh-studencheskih-biletov/179437?mobile=true (03.06.2020)
5. Статья о контроле за студентами по электронным студенческим билетам. URL: <https://tsn.ua/ru/ukrayina/s-sentyabrya-dlya-kontrolya-za-studentami-vvedut-elektronnyy-studencheskiy-bilet.html> (04.06.2020)
6. Система розпізнавання обличч. URL: http://kristall-systems.net.ua/ua/novosti/kak_rabotaet_raspoznavanie lits_perspektivy_tehnologii_v_ukraine/ (04.06.2020)
7. Лицо, пальцы или глаза. URL: <https://igate.com.ua/news/23222-litso-paltsy-ili-glaza-kakoj-metod-avtorizatsii-stoit-ispolzovat> (04.06.2020)
8. Идентификация по рисунку вен ладони. URL: <https://www.bio-smart.ru/tech/veins> (04.06.2020)
9. Аутентификация по рисунку вен. URL: <http://www.techportal.ru/glossary/kontrol-dostupa-po-risunku-ven.html> (04.06.2020)
10. Идентификация и аутентификация. URL: http://scask.ru/a_book_ss.php?id=19 (05.06.2020)
11. RFID. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID>
12. URL: <http://www.joyta.ru/7951-smd-rezistory-markirovka-smd-rezistorov-kalkulyator/> (05.06.2020)

13. ESP32 -WROOM-32. URL: <https://arduino.ua/prod2041-wi-fi-modyl-luanode32-s-esp-32> (05.06.2020)
14. ESP32 cam. URL: <https://arduino.ua/prod3458-modyl-wi-fi-esp32-s-kameroi-2mp> (06.06.2020)
15. Дисплей. URL: <https://arduino.ua/prod1795-oled-displei-modyl-0-91-i2c-128x32-belii> (06.06.2020)
16. Модуль. RFID/NFC URL: <https://arduino.ua/prod2844-modyl-skanera-rfidnfc-v3-na-pn532> (06.06.2020)
17. USB-UART. URL: <https://arduino.ua/prod2544-uart-usb-perehodnik-na-ft232rl> (06.06.2020)
18. ESP32 cam. URL: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/> (06.06.2020)
19. PN532- NFC RFID Module pins. URL: <https://components101.com/wireless/pn532-nfc-rfid-module> (06.06.2020)
20. Інтерфейс I2C в Arduino. URL: <https://voltage.ru/wiki/i2c-interface-in-arduino/> (06.06.2020)
21. TP4056 Datasheet. URL: http://www.radioradar.net/datasheet_search/T/P/4/TP4056_NanJingTopPower.pdf.html (06.06.2020)
22. DW01-P Datasheet. URL: https://cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/2/5/1/DW01-P_DataSheet_V10.pdf (06.06.2020)
23. MT3608 Datasheet. URL: <https://www.mikrocontroller.net/attachment/212877/MT3608.pdf> (11.06.2020)
24. Класи точності. URL: <http://microsin.net/adminstuff/others/pcb-classes.html> (07.06.2020)
25. Типовые технологические процессы изготовления печатных плат. URL: <https://studfile.net/preview/994767/page:10/> (07.06.2020)
26. Выбор материала печатной платы. URL: <http://www.techexternal.ru/ewonas-316-1.html> (07.06.2020)

27. Підключення плати ESP32 cam до комп'ютеру. URL:
<https://volfiq.ru/esp32-cam-video-web-server/> (07.06.2020)

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Лістинг коду

```
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLEServer.h>
#include <BLE2902.h>
#include <BLE2904.h>
#include <WiFi.h>

#include <Wire.h>
#include <PN532_I2C.h>
#include <PN532.h>
#include <NfcAdapter.h>

#define SETTINGS_SERVICE_UUID "f39d09a9-5dc4-4c78-84b6-ca2e91c085cb"

class WifiCallback : public BLECharacteristicCallbacks
{
private:
    BLECharacteristic *wifiLoginCharacteristic;
    BLECharacteristic *wifiPasswordCharacteristic;
    BLECharacteristic *wifiStatusCharacteristic;
    void notifyWifiStatus(wl_status_t wifiStatus)
    {
        uint8_t value = wifiStatus == WL_CONNECTED ? 1 : 0;
        wifiStatusCharacteristic->setValue((uint8_t *)&value, 1);
        wifiStatusCharacteristic->notify();
    }
};
```

					ІА61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    }

public:
    void onWrite(BLECharacteristic *pCharacteristic)
    {
        std::string ssidString = wifiLoginCharacteristic->getValue();
        std::string passwordString = wifiPasswordCharacteristic->getValue();
        const char *ssid = ssidString.c_str();
        const char *password = passwordString.c_str();
        // WiFi.setAutoReconnect(false);
        Serial.print("Login: ");
        Serial.println(ssid);
        Serial.print("Password: ");
        Serial.println(password);
        WiFi.begin(ssid, password);
        wl_status_t wifiStatus = (wl_status_t)WiFi.waitForConnectResult();
        Serial.print("WiFi Status: ");
        Serial.println(wifiStatus);
        notifyWifiStatus(wifiStatus);
    }

    WifiCallback(BLECharacteristic *wifiLoginCharacteristic, BLECharacteristic
    *wifiPasswordCharacteristic, BLECharacteristic *wifiStatusCharacteristic)
    {
        this->wifiLoginCharacteristic = wifiLoginCharacteristic;
        this->wifiPasswordCharacteristic = wifiPasswordCharacteristic;
        this->wifiStatusCharacteristic = wifiStatusCharacteristic;
    }
};

```

```

class SettingsBleService
{
public:
    BLECharacteristic *wifiLoginCharacteristic;
    BLECharacteristic *wifiPasswordCharacteristic;
    BLECharacteristic *wifiStatusCharacteristic;
    BLECharacteristic *wifiConnectCharacteristic;
    BLECharacteristic *rfidCharacteristic;

    SettingsBleService(BLEServer *server)
    {
        BLEService *service = server->createService(SETTINGS_SERVICE_UUID);

        createWifiCharacteristics(service);

        service->start();
    }

    void createWifiCharacteristics(BLEService *service)
    {
        wifiLoginCharacteristic = service->createCharacteristic(
            "fc793484-b07b-4d58-95c4-7c36c72519da",
            BLECharacteristic::PROPERTY_READ |
            BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE);

        wifiLoginCharacteristic->setValue("TestValue");

        wifiPasswordCharacteristic = service->createCharacteristic(
            "5ba9e0ef-7e89-4f35-b682-f416c295130e",

```

					IA61.070БАК.005 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE);

wifiStatusCharacteristic = service->createCharacteristic(
    "dc41e701-c9c4-4d69-b0d6-c4066c57e212",
    BLECharacteristic::PROPERTY_READ |
        BLECharacteristic::PROPERTY_NOTIFY);

uint8_t zeroValue = 0;
wifiStatusCharacteristic->setValue((uint8_t *)&zeroValue, 1);

wifiStatusCharacteristic->addDescriptor(new BLE2902());

rfidCharacteristic = service->createCharacteristic(
    "841cff3d-f3c1-447e-bc3a-946ca22da642",
    BLECharacteristic::PROPERTY_READ |
        BLECharacteristic::PROPERTY_NOTIFY);

rfidCharacteristic->setValue((uint8_t *)&zeroValue, 1);

rfidCharacteristic->addDescriptor(new BLE2902());

WifiCallback *wifiCallback = new WifiCallback(wifiLoginCharacteristic,
wifiPasswordCharacteristic, wifiStatusCharacteristic);

wifiLoginCharacteristic->setCallbacks(wifiCallback);
wifiPasswordCharacteristic->setCallbacks(wifiCallback);
}
};

TwoWire NfcWire(0);

```

```

PN532_I2C pn532i2c(NfcWire);
PN532 nfc(pn532i2c);

SettingsBleService *settingsBleService;

void setup()
{
    Serial.begin(115200);

    BLEDevice::init("MyESP32");
    BLEServer *pServer = BLEDevice::createServer();

    settingsBleService = new SettingsBleService(pServer);

    BLEAdvertising *pAdvertising = pServer->getAdvertising();
    pAdvertising->addServiceUUID(SETTINGS_SERVICE_UUID);
    pAdvertising->setScanResponse(true);
    pAdvertising->start();
    ...
}

```